K. K. Technische Mil. Academie
Wissenschaftliche
Bibliothek

THE GETTY CENTER LIBRARY

Digitized by the Internet Archive
in 2015

https://archive.org/details/journalfurdiebau17unse

# Journal

für

# die Baukunst.

In zwanglosen Heften.

Herausgegeben

von

Dr. A. L. Crelle,

Königlich-Preufsischem Geheimen-Ober-Baurathe, Mitgliede der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Correspondenten der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg und der Königlichen Akademieen der Wissenschaften zu Neapel und Brüssel, auswärtigem Mitgliede der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Stockholm, Ehrenmitgliede der Hamburger Gesellschaft zur Verbreitung der mathematischen Wissenschaften.

**Siebzehnter Band.**

In vier Heften.

Mit vier lithographirten Tafeln und einer Carte.

INGENIEURS AKAD. BIBLIOTHEK
7598

Berlin.

Bei G. Reimer.

1842.

TECHNISCHE ACADEMIE BIBLIOTHEK

# Inhalt des siebzehnten Bandes.

## Erstes Heft.


1. Sammlung von Bemerkungen beim Graben von Brunnen über die Lage der Erdschichten, Quellen u. s. w. Von dem Königl. Geheimen Regierungs- und Baurath Herrn *Wutzke* zu Neustadt-Eberswalde. . . . . Seite 1
2. Nachrichten und Bemerkungen über die Construction und die Kosten von Zinkdächern. Von dem Genie-Obristen Herrn *Poncelet* zu Paris. (Aus dem *Mémorial de l'officier du génie* No. 13. vom Jahr 1840.) . — 25
3. Uebersicht der Geschichte der Baukunst, mit Rücksicht auf die allgemeine Culturgeschichte. Vom Herrn Bau-Inspector *C. A. Rosenthal* zu Magdeburg. (Fortsetzung der Abhandlung No. 2. im 1sten, No. 6. im 2ten, No. 8. im 3ten Hefte 13ten, No. 1. im 1sten, No. 7. im 2ten, No. 8. im 3ten, No. 12. im 4ten Hefte 14ten, No. 1. im 1sten, No. 9. im 2ten, No. 11. im 3ten, No. 15. im 4ten Hefte 15ten und No. 10. im 3ten Hefte 16ten Bandes.) . . . . . — 46
4. Auszug aus den Nachrichten des Herrn *F. A.* Ritters *v. Gerstner* über Eisenbahnen, Dampfschiffahrt und andere öffentliche Unternehmungen in Nord-Amerika. (Fortsetzung der Abhandlung No. 13. im dritten und No. 17. im vierten Hefte funfzehnten Bandes.) . . . . . — 85


## Zweites Heft.


5. Uebersicht der Geschichte der Baukunst, mit Rücksicht auf die allgemeine Culturgeschichte. Vom Herrn Bau-Inspector *C. A. Rosenthal* zu Magdeburg. (Fortsetzung der obigen Abhandlung No. 3.) . . . . . — 97
6. Einiges von noch zu wünschenden und, wie es scheint, möglichen Vervollkommnungen des Eisenbahnwesens. (*Insbesondere veranlafst durch den neulichen Unfall auf der Eisenbahn zwischen Paris und Versailles.*) Vom Herausgeber. (Vorgelesen in der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin am 14. und 21. Juli 1842.) . . . . . — 124
7. Sammlung von Bemerkungen beim Graben von Brunnen über die Lage der Erdschichten, Quellen u. s. w. Von dem Königl. Geheimen Regierungs- und Baurath Herrn *Wutzke* zu Neustadt-Eberswalde. (Fortsetzung der Abhandlung No. 1. im ersten Hefte dieses Bandes.) . . . — 179

## Drittes Heft.

8. Beschreibung des Dogenpallastes zu Venedig. Von dem Herrn Oberbaumeister *Engelhard* zu Cassel in Hessen . . . . . Seite 193
9. Nachrichten und Bemerkungen über die Construction und die Kosten von Zinkdächern. Von dem Genie-Obristen Hrn. *Poncelet* zu Paris. Aus dem *Mémorial de l'officier du génie* No. 13. vom Jahr 1840. (Schlufs der Abhandlung No. 2. im ersten Hefte dieses Bandes.) . . . . . — 205
10. Uebersicht der Geschichte der Baukunst, mit Rücksicht auf die allgemeine Culturgeschichte. Vom Herrn Bau-Inspector *C. A. Rosenthal* zu Magdeburg. (Fortsetzung der obigen Abhandlung No. 3. und 5.) . . . . — 236
11. Sammlung von Bemerkungen beim Graben von Brunnen über die Lage der Erdschichten, Quellen u. s. w. Von dem Königl. Geheimen Regierungs- und Baurath Hrn. *Wutzke* zu Neustadt-Eberswalde. (Fortsetzung der Abhandlung No. 1. im ersten und No. 7. im zweiten Hefte dieses Bandes.) . . . . . — 260
12. Gewässer- und Höhen-Carte von Ostpreufsen und Litthauen und einem Theil der angrenzenden Länder. Gezeichnet im Jahr 1842 von *J. C. Wutzke*, Königl. Preufs. Geheimen Regierungs- und Baurathe. . . . — 285

## Viertes Heft.

13. Ueber die Bewegung des Wassers in Röhren. (Nach „*D'Aubuisson de Voisins* Traité d'Hydraulique à l'usage des ingénieurs, 2ᵐᵉ édit. 1840." Mit einigen Anmerkungen des Herausgebers des gegenwärtigen Journals.) — 289
14. Auszug aus den Nachrichten des Herrn *F. A.* Ritters *v. Gerstner* über Eisenbahnen, Dampfschiffahrt und andere öffentliche Unternehmungen in Nord-Amerika. (Fortsetzung des Aufsatzes No. 13. im dritten, No. 17. im vierten Hefte funfzehnten und No. 4. im ersten Hefte dieses Bandes.) — 379

# 1.

# Sammlung von Bemerkungen beim Graben von Brunnen über die Lage der Erdschichten, Quellen u. s. w.

(Von dem Königl. Geheimen Regierungs- und Baurath Herrn *Wutzke* zu Neustadt-Eberswalde.)

---

Dergleichen Bemerkungen können dienen, die Kenntnifs von der Rinde des Erdballs, auf welcher wir leben, und die uns trägt und nährt, zu erweitern. Sie dürften für den Architekten, den Oekonomen, den Forstmann, für andere Gewerbetreibende, für den Staatswirth u. s. w. nützlich sein. Deshalb habe ich mehrere solcher Nachrichten und Bemerkungen gesammelt und theile sie in Folgendem hier mit.

[Es würde gewifs von überaus grofsem Nutzen für die Jedermann so wichtige und unentbehrliche Baukunst sein, wenn mehrere der Herren ausübenden Baumeister ihre Beobachtungen, Bemerkungen und Erfahrungen bei ihrem practischen Wirken aufzeichnen und sie öffentlich mittheilen wollten. Ein immer mehr vervollkommneter, wissenschaftlicher Zustand der so wichtigen Baukunst kann wohl niemals blofs aus speculativem Nachdenken über diese Kunst oder, wie man es nennt, aus blofser Theorie hervorgehen, sondern nur aus einer *grofsen Masse* von Erfahrungen, verbunden mit dem Nachdenken. Die Theorie kann Das, was sein sollte, nicht viel mehr als *vermuthen;* die Erfahrung erst kann es *begründen.* Architekten, die viel gebaut haben, ist es gewissermaafsen nicht zu verdenken, wenn sie, wie man es häufig findet, von der Speculation gar nichts wissen, sondern nur die Praxis allein gelten lassen wollen. Sie wissen, dafs sie dabei *sicherer* gehen, und bleiben also dabei, da sie sehen, wie sehr oft die blofse Theorie sich irrt. Sie haben indessen gleichwohl häufig unrecht, indem sie blofs auf die *eignen* Erfahrungen, oder allenfalls auf die einiger weniger Anderen fufsen und so, aus Furcht in Theorieen zu verfallen, unverändert blofs bei dem *Gewohnten allein* stehen bleiben. Die Theoretiker ihrerseits, indem sie bemerken, wie einzelne Erfahrungen dazu verleiten können, auch an Demjenigen eigensinnig festzuhalten, was offenbar wirklich besser sein könnte, achten

auch wohl wieder einzelne Erfahrungen zu gering und glauben durch blofse Schlüsse zu Dem gelangen zu können, was in der That nur oft wiederholte Erfahrungen mit Sicherheit lehren oder bestätigen können. Das Uebel liegt darin, dafs die Masse der bekannt werdenden Erfahrungen nicht grofs genug ist, und dafs so manche kostbare Wahrnehmungen aus der Praxis nicht bekannt werden, sondern verloren gehen. Würden Erfahrungen in *grofser* Zahl allgemein bekannt, so würden gewifs beide, Theoretiker und Practiker, anders urtheilen; sie würden einander entgegenkommen und sich vereinigen, und nur erst dann würde eine *wirkliche Bau-Wissenschaft* sich entwickeln. Aehnlich verhält es sich mit der *gesammten* Technik. In der That kann eine wirklich rationelle Technik, die der immer fortschreitenden Vervollkommnung *zugänglich* bleibt, und die erst dann ihren vollen Nutzen hat, weder aus den Erfahrungen Einzelner allein, noch aus dem blofsen Nachdenken und dem Zuhülfenehmen speculativer Wissenschaften, wie die theoretische Mathematik, Physik u. s. w., entstehen, sondern nur aus der *Vereinigung* von beiden. Auch der blofse Practiker mufs am Ende nachdenken, und kann nicht *blofs* nachahmen; er ist demnach Theoretiker ohne es zu wissen, und vielleicht ohne es zu wollen; aber er entbehrt vielleicht nicht hinreichend sich ausdehnender Erfahrungen und verschmäht die Hülfe von allgemein wissenschaftlichen Wahrheiten, die ihm nützlich sein könnten: dem blofsen Theoretiker dagegen fehlt es an zureichenden Erfahrungen zum Fundament und Ausgangspunct für seine Schlüsse. Nur erst das Nachdenken, ausgehend von Wahrnehmungen und Erfahrungen in Menge, und ausgerüstet mit allgemeinen wissenschaftlichen Einsichten, kann eine wirklich wissenschaftliche Technik geben. Möchten daher doch die Herren Baumeister recht zahlreich sich entschliefsen, ihre Erfahrungen zu sammeln und sie mitzutheilen; etwa z. B. auf die Weise, wie es hier der ehrenwerthe und verdiente Herr Verfasser des vorliegenden Aufsatzes thut. Eine solche Sammlung von *Erfahrungen,* ganz einfach und schmucklos verfafst, kann gar nicht *grofs genug* sein. Auch kommt es gar nicht darauf an, dafs die Erfahrungen völlig neu, selten und pikant sind. Was selten vorkam, kommt auch wohl ferner nur selten vor. Grade über das, was recht häufig vorkommt, sind Erfahrungen am nützlichsten; und wenn sie auch nur Etwas zu dem Bekannten hinzufügen, oder auch nur das Bekannte bestätigen, sind sie schätzbar. Auch das gegenwärtige Journal und sein Herausgeber werden sich geehrt und erfreut finden, wenn sie beitragen können, die Mittheilung von *Erfahrungen* befördern zu helfen. Die Mittheilung solcher *Erfahrungen* ist der *Hauptzweck* des gegenwärtigen Journals. D. H.]

## Erster Abschnitt.

### Nachrichten von Brunnen, welche in Ost-Preufsen in den Jahren 1798 bis 1838 in dem aufgeschwemmten Boden gegraben worden sind, und von den Erdschichten und Geschieben, welche man fand.

---

No. 1. Brunnen in Königsberg auf dem Sackheim (einem so benannten Theile der Stadt), auf dem Hofe des Branntweinfabricanten Kostka, welcher Brunnen im Jahr 1820 nach meiner Angabe durch den Königl. Schlofsröhrenmeister *Hildebrand* gegraben wurde. (Der Herr *Hildebrand* wurde später wegen seiner gründlichen Kenntnisse und Erfahrungen von der Königl. Ost-Preufsischen physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zum Mitgliede aufgenommen.)

Bei dem Eintiefen dieses Brunnens, fand man folgende Erd-Arten: Füll-Erde, mit Schutt und Humus gemischt, 5 F. tief; bräunlichen Lehm 3 F. tief; eisenhaltigen, röthlichen, feinen Sand, welcher tiefer gröber und kiesartiger wurde, 8 F. mächtig; darauf eine feste graue Thon-Erde 6 F tief. Als diese durchbrochen war, stieg das Wasser im Brunnen 14 F. hoch; in welchem Stande es sich auch erhalten hat.

Auf demselben Hofe befand sich ein alter hölzerner Brunnen, von dem neuen 50 und vom Pregelstrome 180 F. entfernt, in 3 F. niedrigerem Boden. Der alte Brunnen hatte noch vor wenigen Jahren so reichliches Tagewasser, dafs er oft überlief. Nachher hatte sich das Wasser dermaafsen verloren, dafs der Brunnen nur noch als Wasserbehälter dienen konnte und dafs er durch eine Pumpe aus dem Flusse mit Wasser gefüllt werden mufste; was denn den neuen Brunnen nothwendig machte. Aber der neue Brunnen gab nicht das nöthige Wasser, und es wurde die Vertiefung des alten Brunnens beschlossen. Sie wurde 42 F. tief fortgesetzt; jedoch ohne Wasser zu finden. Hierauf wurde noch 31 F. tiefer gebohrt, mithin der Brunnen überhaupt 73 F. vertieft. Nunmehr stieg das Wasser plötzlich 35 F. hoch, versiegte aber bald wieder, weil der aufgeregte Triebsand das Bohrloch immer wieder verstopfte. Man war deshalb genöthigt, den Brunnen in der ganzen Tiefe auszugraben; worauf denn das Wasser 7 F. hoch *über* die Oberfläche des Pregels stieg, und sich auch so, ohne wei-

teren Einfluſs auf den neuen vorhingedachten Brunnen, in diesem Stande erhalten hat.

Bei der Vertiefung des alten Brunnens fand man oben eine Schicht schwarzer Humus-Erde, mit Schutt gemengt, 5 F. tief; darauf gelblichen Sand, nach unten mit Kies gemengt, 18 F. dick; hierauf grauen, festen Lehm, mit kleinen Geschieben, 20 F. dick; Letten, in abwechselnden Schichten, 30 F. tief, und nun Triebsand, aus welchem das Wasser vermöge des hydrostatischen Drucks in dem Brunnen in die Höhe stieg.

Es ist merkwürdig, daſs, während diese beiden Brunnen nur 50. F. von einander entfernt sind, und keiner von beiden mit dem Flusse in Verbindung steht, der erstere so flach, der letztere so tief Wasser führt. Aehnliche Erfahrungen werden auch weiterhin noch vorkommen.

So wurde denn hier die bekannte *Silberschlagsche* Hypothese von einem überall gleich hohen Stande des Grundwassers, welche Hypothese von mehreren Schriftstellern angenommen worden ist, schon nicht bewährt. Weiterhin wird sich dies noch näher zeigen.

Beim Graben anderer Brunnen in Königsberg auf dem rechten Ufer des Pregel, auf welchem auch die beiden vorhin beschriebenen Brunnen sich befinden, und wo das Terrain bis zum sogenannten Oberteich 72 F. hoch steigt, fand man gewöhnlich oben eine Schicht Damm- oder Humus-Erde, unter derselben grauen mergelartigen Lehm und Letten, hin und wieder auch Sand-Adern, und endlich Wasser in verschiedener Tiefe.

Auf dem Abhange des 72 F. hohen Thal-Ufers des Pregels baute der Deutsche Ritter-Orden bei seinem Vordringen in Preuſsen im Jahr 1254 zuerst das Schloſs von Königsberg. Den kleinen Fluſs, welcher sich von dem oberhalb liegenden flachen Boden hinunter schlängelt (der Katzbach genannt), stauete man zu Mühlen durch einen Damm 36½ F. hoch über den Wasserspiegel des Pregels auf; welcher Damm jetzt die Französische Straſse bildet. Späterhin, als sich die Stadt erweiterte und ihre Gewerbthätigkeit zunahm, wurde der Wasserlauf nach dem sogenannten Oberteich hin, 72 Fuſs hoch über den Pregel aufgestauet, um durch das Wasser Mühlen zu treiben und vermittelst einer Röhrleitung die Brunnen in der Stadt zu speisen (wie ich solches im „Vaterländischen Archiv" näher beschrieben habe). Man war nemlich damals noch wenig mit dem *Brunnengraben* bekannt, und muſste leicht, wenn man in der Tiefe Lehmboden fand, welcher schwer durchzuarbeiten

war, die angefangene Arbeit wieder aufgeben. Die Röhrenleitung, wie viele andere, welche der Deutsche Orden bei der Gründung der Burgen, Schlösser und Städte in Preufsen baute, ist keinesweges den hydraulischen Regeln gemäfs angelegt. Allein das Werk ist nun einmal da, und die Gewerbtreibenden verlangen seine Erhaltung, wegen des *weichen* Wassers, welches sie zu ihrem Gebrauche bedürfen. Da der Katzbach den 72 F. über dem Pregel hoch liegenden Oberteich nicht allein speisen konnte, so wurden noch die kleinen Teiche, welche sich auf dem 161 F. 8 Z. über dem Pregel hoch liegenden und nach diesem hin abhängenden Boden befinden, und welche zum Theil von den Deutschen Rittern als Fischbehälter aufgestauet worden waren, mit dem Oberteich in Verbindung gebracht. Es wurde ihr Ueberschufs an Wasser vermittelst zweier offenen Canäle in diesen Teich geleitet. Diese Canäle, welche mit Einschlufs der untereinander in Verbindung gebrachten Teiche 2 bis $2\frac{1}{2}$ Meilen Länge haben, sind der Landgraben und der Wiregraben. Ersterer nimmt den Abflufs des Wassers aus 11, letzterer aus 9 Teichen auf und leitet es in den Oberteich.

Jene Teiche verlanden aber allmälig immer mehr, so wie die Erd-Oberfläche auch hier sich nach und nach ebnet. Sie müssen deshalb von Zeit zu Zeit vertieft werden, um das nöthige Wasser fassen zu können. In der Stadt aber werden immer mehrere Brunnen nothwendig, deren Bau durch das Senken jetzt schon leichter von Statten geht; wie es sich in der Folge weiter zeigen wird.

Auf dem linken Ufer des Pregels liegt der *Haberberg* genannte Stadttheil, dessen Boden in einem Erdrücken von Sand, Kies und kleinem Geschiebe besteht, und der von dem alten Strombette, welches sich vom Pregel, bei dem Dorfe Ponarth vorbei, wieder nach dem Pregelthal hinzieht, eingeschlossen wird. Das alte verlandete Strombette enthält eine grofse Menge Gerölle, worunter viele Kalksteine sind und worin sich das Wasser, die alte *Beek* genannt, nach dem Hafe hinunterzieht.

No. 2. Im Jahr 1821 wurde durch Herrn *Hildebrand*, und von mir beobachtet, auf dem Haberberge in Königsberg, bei der neuen Dampfmahlmühle, 30 F. über den Wasserspiegel des Pregels, ein Brunnen 22 F. in den Grand- und Kiesboden eingetieft. Derselbe war so wasserhaltig, dafs die Dampfmühle mit zwei Gängen daraus hinreichendes Wasser erhielt. Aehnliches ist auch der Fall bei den auf dem Haberberge in der Nähe befindlichen Brunnen, welche gar keine Quellen in dem Boden ha-

ben, sondern nur durch den Niederschlag aus der Atmosphäre und dann vermöge Seigerung durch den Sandboden gespeist werden.

No. 3. In dem *Kneiphof* genannten Theil der Stadt Königsberg, welcher auf einer Insel zwischen dem alten und neuen Pregel sich befindet, die zum Theil den Ueberschwemmungen ausgesetzt ist, weil sie nur 10 F. hoch über dem Wasserspiegel liegt, entstand im Jahr 1835, auf dem Domplatz, plötzlich in dem Steinpflaster eine Vertiefung, deren Ursache man sich Anfangs nicht zu erklären wufste, die aber dann die Vermuthung erregte, dafs hier früher ein Brunnen gewesen sein müsse; was sich denn auch durch einen Plan von Königsberg vom Jahr 1613 bestätigte. Die Vertiefung mufste der Passage wegen schnell ausgefüllt und das Steinpflaster geebnet werden.

Indessen wurde der Wunsch der Bewohner des Stadttheils rege, um gutes Wasser zu bekommen, einen *Artesischen* Brunnen machen zu lassen, zu welchem sie die Kosten hergaben. Gleich *Silberschlag* und Denen, die ihm nachgeschrieben haben, glaubten sie, auf dem tiefliegenden Boden und so nahe am Pregel sehr bald Wasser zu finden.

Durch Herrn *Hildebrand* wurde die Ausführung des Brunnens, welche ich und mehrere Sachverständige beobachteten, im Jahr 1837 angefangen. Es ergab sich bald, dafs der verschüttete Brunnen kein Grundbrunnen, sondern nur ein Behälter gewesen sei, der durch Röhren aus dem Pregel gespeiset und aus welchem das Wasser durch Pumpen gehoben worden war. Der Behälter war mit 5zölligen eichenen gespundeten oder gefederten Bohlen eingefafst, welche eine schwarzgraue Farbe angenommen hatten. Aehnlich sahen auch jene ganzen Baumstämme aus, die ich bei der Verbesserung des Wasserweges des Narew-, Bober- und Bug-Flusses im vormaligen Neu-Ost-Preufsen, so wie auch im Pregel, beim Domainen-Amt Taplacken, und in mehreren Gewässern fand. Diese waren zum Theil ganz schwarz, und ihre Poren und Fibern hatten sich so zusammengezogen und verdichtet, dafs daraus Möbel gemacht werden konnten (wie ich solches auch in den „Beiträgen zur Kunde Preufsens," im 3ten Bande beschrieben habe). Unter dem Boden des Behälters, 13 F. vom Steinpflaster an tief, fand sich feiner Triebsand, mit vielen, fast zerlegten Vegetabilien gemengt, etwa 4 F. mächtig; welcher Sand dann in Sumpf-Erde überging. Aus der Sandschicht seigerte so viel Wasser in die Brunnengrube, dafs sich in 10 Stunden 144 Cubikfufs ansam-

melten. Die Sumpf-Erde unter der Sandschicht war hin und wieder fester und mit der gewöhnlichen Muschelschnecke gemengt. Das Thier, welches früher in der Schnecke gelebt hatte, nahm eine blaue Farbe an, sobald die Schnecke an der Luft getrocknet wurde. Diese Lage Moder- oder Sumpf-Erde war 11 F. 4 Z. mächtig, und unter ihr fand sich eine 1 F. 8 Z. dicke Schicht angeschwemmter Sprockhölzer und vertrockneter Baumzweige, besonders von Eichen, von brauner, torfartiger Farbe, mit vielen Muschelgehäusen. Nun folgte eine Masse Moor-Erde, von verschiedenen Sandschichten durchzogen, 27 F. mächtig, und dann eine Lage von feinem Triebsand, die 15 F. dick und nach unten mit einigen ganz dünnen Schlick- oder Lettenlagen durchzogen war. Unter dieser lag eine Schicht fetten dunkelgrauen Thons, von der Art, wie sie von den Bildhauern benutzt wird, mit einigen Kieslagen durchzogen, 17½ F. mächtig. Darauf fand man Triebsand, mit Schluftheilen gemengt, in welchem die grofse Senkröhre 7 F. tief eindrang. Die Erdmasse, welche sich in die Röhre eingeschoben hatte, bestand aus flüssigem Sumpf, grauem Schluf und feinem Triebsande, welcher nach unten röthlich wurde, und welcher nunmehr, 101 F. 4 Z. tief unter der Erd-Oberfläche, in festen rothen Thon überging.

In dieser Tiefe fand sich unerwartet ein grofses Granitstück, grade unter dem Schuh der Röhre, welches das weitere Bohren verhinderte. Man suchte den Stein mit einem Steinmeifsel zu durchbrechen; aber ohne Erfolg. Der Meifsel wurde, ohne den Stein zu zerstücken, unbrauchbar.

Am 3ten October 1837 zeigte es sich, dafs das im Brunnenschacht befindliche Seitenwasser während des Versuchs den Stein zu zerklüften mehr als gewöhnlich gestiegen und seine Farbe verändert hatte. Nach näherer Untersuchung ergab sich, dafs eine Quelle angebohrt worden sei, die, nachdem man sie 24 Stunden ungestört hatte fliefsen lassen, das Wasser bis 2 F. 3 Z. hoch unter die Erd-Oberfläche, also bis unter das Steinpflaster auf dem Domplatz trieb. Das Durchstofsen des Steins wurde fortgesetzt, und durch öftere Reinigung des Bohrlochs und Auspumpen der Quelle wurde eine höhere Steigung derselben erzielt, so dafs sie durch die Senkröhre, bis 2 F. *über* das Strafsenpflaster, in jeder Minute 3 Quart Wasser lieferte; auch läfst sich noch eine höhere Steigung erwarten. Das Wasser enthielt nur wenig Kalktheile und Schwefelwasserstoffgas; welches sich in kurzer Zeit an der Luft verflüchtigte. Es wurde vom

Publico als weiches Wasser benutzt. Das Durchstofsen des sehr harten Granits wurde noch ferner fortgesetzt und endlich auch der Zweck erreicht; aber unter dem Stein fand sich von neuem die fette, für das Wasser undurchdringliche Thonschicht; und wie tief diese noch sein mochte, und ob sich darunter eine ergiebigere Quelle finden werde, welche besseres Wasser liefere, war zu ungewifs, als dafs die anwohnenden Grundbesitzer die Kosten zur weiteren Vertiefung des Brunnens tragen mochten; besonders auch, da sie an gewöhnlichem Wasser schon keinen Mangel litten.

Die Beschreibung des technischen Verfahrens bei der Eintiefung dieses Brunnens bin ich übergangen, weil es schon an Anweisungen zur Verfertigung Artesischer Brunnen nicht fehlt. Ich habe hier nur berichten wollen, aus welchen Erdschichten das Pregelthal, wozu auch der Kneiphof gehört, besteht; so wie, um wie viel hier der Brunnen unter dem Wasserspiegel der nahe vorbeiströmenden beiden Flufs-Arme vertieft wurde. Wenn nemlich der Wasserspiegel am Hauptpegel beim mittlern oder gewöhnlichen Wasserstande 7 F. hoch steht, so liegt der Domplatz etwa 10 F. hoch darüber, und in diesen Boden ist der Brunnen 101 F. 4 Z. eingetieft, mithin reicht er 90 F. 4 Z. tief unter den Wasserspiegel des Pregels. Und in dieser Tiefe fand man den grofsen Granitblock, der von einem durch die Naturwirkung zerstückelten Felsen herrühren mufste. Aehnliche Fälle werden sich weiterhin zeigen. Unter dem Wasserspiegel der Ostsee liegt der Boden des beschriebenen Brunnens und der darin befindliche Granitblock 87 F. 4 Z. tief, indem das Gefälle des Pregels von hier bis zu seiner Ausmündung in das frische Haf, auf $1\frac{1}{4}$ Meile lang, und des Hafs bis zum Seegatt bei Pillau, bei gleichförmigem Abfluls und ruhiger Witterung, 3 F. beträgt.

No. 4. In dem Stadttheile von Königsberg, welcher *Vorstadt* heifst und von welchem der untere Theil im Pregelthal liegt, wurde durch Herrn *Hildebrand,* unter Beobachtung des Mauermeisters und Assessors Herrn *Bichler,* in der Knochengasse, bei der Anlage eines Russischen Dampfbades ein Brunnen 31 F. tief verfertigt, bei welchem sich folgende Erdschichten fanden. Zuerst 17 F. tief aufgefüllter Boden; dann 10 F. tief Wiesengrund, mit feinen Sandschichten und Schnecken gemengt; dann 4 F. reiner Torf, und unter demselben reiner, ganz weifser Trieb- oder Seesand. Aus diesem strömte reines, klares Wasser, ohne fremdartige Beimischung, und erhielt sich auch so bei dem Verbrauch.

No. 5. Im Pregelthal, an der Holländischen Baumgasse von Königsberg, nahe am Kriegsmagazin, liefsen der Bau-Conducteur Herr *Rauter* und der Bau-Inspector Herr *Schulz* im Jahr 1837 den Boden wegen der Anlage einer Garnisonbäckerei durch Bohren an mehreren Stellen untersuchen. Man fand folgende Erdschichten: 6 F. tief aufgefüllten Boden, zum Theil mit Ballastsand durchmengt, 9 F. Sumpf-Erde, mit Wurzeln von Sumpfpflanzen durchzogen; 5 F. sumpfigen Boden, mit zerlegten Vegetabilien; 23 F. schwarze Humus-Erde, und 10 F. tief festen, feinen Sand, der hier nun 53 F. tief unter der Erd-Oberfläche den gewachsenen Boden bildete und der sich auch auf den übrigen angebohrten Stellen fast in gleicher Tiefe fand. Das Terrain liegt hier nur 4 F. über dem mittlern Wasserstande des Pregels hoch, und obgleich 53 F., folglich bis 49 F. tief unter den Wasserspiegel gebohrt wurde, zeigte sich doch keine Spur einer Quelle, sondern nur Wasser, welches aus dem sumpfigen Boden seigerte; weshalb denn auch beschlossen wurde, in den Brunnen das weiche Wasser durch Röhren aus dem nahe vorbeifliefsenden Pregel hineinzuleiten.

No. 6. In der Altstadt von Königsberg, in der Heiligengeiststrafse, fanden Herr *Hildebrand* und der Stadtbaumeister Herr *Häfner* beim Bau eines Brunnens 10 F. tief Füll-Erde, 7 F. tief schwammigen schwarzen Wiesengrund, und darauf weifsen Triebsand und das nöthige Wasser.

Aus dem Pregelthal und dessen anliegendem Boden berühre ich noch folgenden Fall. Im Jahr 1827 wurde beschlossen, die in dem Flufsthal liegende Altstädtsche Kirche, weil sich einige, schon seit einer Zeit entstandenen Risse in dem Gemäuer zeigten und der Kirchthurm sich neigte, was für gefahrdrohend erachtet wurde, abzubrechen; womit auch sofort unter der Leitung des Bau-Conducteurs Herrn *Drews* begonnen wurde. Hierbei fand man 9 F. tiefen Füllboden; darauf eine Rasenrinde auf Moorgrund, deren Gräser, wie ich mich durch eigene Anschauung überzeugt habe, nach mehreren Jahrhunderten noch nicht völlig verweset waren; darauf 9 F. tief blauen Schluf, und dann weifsen Triebsand, auf welchem die Kirche gegründet war, aber nur so leicht, dafs man anstatt eines Pfahl- oder liegenden Rostes nur kiehnen Klobenholz auf den blofsen Sandgrund gelegt und hierauf das Fundament der Kirche aufgemauert hatte. Den Grund hatte man nur unter den Mauern bis auf den Sandboden ausgegraben, und in dem Raume der Kirche war die Rasenrinde und die

torfartige Erde unberührt geblieben. Einen fast gleichen Boden fand späterhin der Bau-Conducteur Herr *Wohlgemuth* bei der Untersuchung des 11 F. hoch über dem gewöhnlichen Wasserstande des Pregels liegenden Kirchenplatzes in der Baustelle der neuen Kirche. Man beschlofs deshalb, die Kirche auf dem rechten, 38 F. über dem Pregel hoch liegenden Ufer, zwischen der Schlofskirche und der Polnischen Kirche zu erbauen. Es ist nur Schade, dafs diese Kirche hier, so wie die schöne Werdersche Kirche in Berlin, durch die nahen Häuser so eingeengt wird, dafs man die Fern-Ansicht derselben fast ganz verliert. Auf dem grofsen, freien alten Kirchenplatz ist jetzt ein Garten angelegt und mit einer eisernen Umzäunung eingeschlossen.

Ich gehe wieder zur Bechreibung der Aufschichtung der Erdrinde in hiesiger Gegend über.

Das Pregelthal bei Königsberg ist theils durch die Aufschwemmung von selbst, theils künstlich durch Aufschüttungen in bebaubaren Stand gebracht, und es wird mit den Aufschüttungen nach Bedürfnifs weiter fortgefahren. Die Stadt Königsberg ist zuerst auf dem rechten Ufer des Flusses, beim sogenannten Steindamm gegründet, nachher aber, um dem Verkehr auf der Wasserstrafse näher zu sein, durch die Altstadt und den Kneiphof u. s. w. erweitert; (wie ich solches in dem vaterländischen Archiv oder den Preufs. Provinzialblättern näher beschrieben habe.) Der Boden wurde, wie gesagt, durch Aufschüttungen erhöht, und zu den Gebäuden schlug man eine Art von Pfahlrosten von Erlenholz, wie dergleichen noch jetzt zum Theil vorhanden sind, und die den Beweis geben, wie weit man damals noch, was die Gründung der Gebäude auf sumpfigem Boden betrifft, so wie in anderen Constructionen, die Wirkungen der Wasserfluthen und Eisgänge nicht berücksichtigend, zurück war.

Aus dem Pregelthal, welches die beiden Flufs-Arme durchströmen, erhebt sich das Thal-Ufer in einer flachen, bebauten Abdachung mit mehreren Ebenen, in welchen auch der Schlofsteich und einige Theile der Stadt liegen.

No. 7. In diesem sich flach neigenden Boden ward noch durch Herrn *Hildebrand* auf dem hinteren Sackheim, auf dem Grundstück des Fuhrmanns *Stringe,* welches 30 F. über dem Wasserspiegel des Pregels erhöht ist, unweit des oben beschriebenen Brunnens No. 1., ein Brunnen verfertigt, bei welchem man folgende Erdschichten fand: Füll-Erde oder

Humus-Erde 4 F. mächtig; gelben Lehm 6 F., grauen festen Lehm, mit Feldsteinen von verschiedener Gröfse durchmengt, 33 F. dick, und darauf eine Sandschicht. Aus dieser entwickelte sich Sauerstoffgas, welches sich nach Verlauf von einigen Wochen in das 16 F. hoch im Brunnen gestiegene Wasser im geringen Maafse mischte.

N. 8. In der Nähe dieses Grundstücks, neben dem General-Landschaftsgebäude, ward im Jahr 1824 durch Herrn *Hildebrand* ein Brunnen angefangen und von Sachverständigen beobachtet; allein die Arbeit wurde durch den Andrang von Gas unterbrochen, worüber Herr *Hildebrand* mir folgende Bemerkung mitgetheilt hat: „Mein bester Gehülfe, obgleich voll„kommen mit der Gefahr, die das Stickgas bringt, bekannt, gab den „Wunsch der Bauherrin, die diese Gefahr nicht kannte, ungeachtet der „Warnung seiner Gefährten nach, das Ausströmen des Gases und ob es „warm sei, zu untersuchen. Als er aber auf den Boden des Brunnen„schachts 32 F. tief hinab gekommen war, sank er besinnungslos zusam„men. Einer seiner Cameraden eilte ihm sogleich zu Hülfe, und darauf auch „ein zweiter, welche aber dasselbe Schicksal hatten, obgleich sie in Essig „getauchte Tücher vor Mund und Nase gehalten hatten. Nachdem sie, durch „herbeigeeilte Hülfe aus dem Brunnenschacht herauf gewunden, einige Mi„nuten wieder in freier Luft zugebracht hatten, riefen die beiden letzteren, „ängstlich um sich greifend, Hoch! Hoch! und hatten also nicht mehr „wahrnehmen können, dafs sie hinaufgewunden worden waren. Der „erste mufste, alle angewandte Rettungsmittel ungeachtet, mit dem Le„ben büfsen." Möge diese Thatsache als ein warnendes Beispiel für ähnliche Fälle dienen! In mehreren Gegenden haben sich bei dem Eindringen in die Erdrinde tödliche Gas-Arten gefunden: z. B. auch bei dem Themse-Tunnel in London; wo auch Chlorkalk wenig geholfen hat.

No. 9. Auf dem sogenannten Steindamm in Königsberg, auf dem Grundstück des Apotheker Herrn *Hensch*, fand man bei einem von Hrn. *Hildebrand* verfertigten Brunnen, dessen oberer Punct 31 F. hoch über dem Pregel liegt, zuerst Füll-Erde, zum Theil mit Schutt vermengt, 12 F. mächtig; darauf folgte eine Lehmschicht, mit Mergeltheilen gemengt, und aus dieser wurde der Brunnen mit Seiger- oder Tagwasser bis zum nöthigen Bedarf gespeiset. Denn von der weiteren Vertiefung stand man ab.

No. 10. Bei der Vertiefung eines alten Brunnens durch Herrn *Hildebrand* auf dem Steindamm in Königsberg, in dem Gasthofe zum Lor-

beerkranz fanden sich eben die Erdschichten, wie bei dem vorhinbeschriebenen neuen Brunnen des Herrn *Hensch;* wie es auch wegen der geringen Entfernung der beiden Brunnen zu vermuthen gewesen war.

No. 11. Im sogenannten Löbenicht zu Königsberg, einem Theile der Stadt, der ebenfalls auf dem rechten Ufer des Pregels liegt, in der obern Berggasse, fanden der Herr *Hildebrand* und der Stadt-Baumeister in einem 10 F. unter dem Strafsenpflaster tiefen Keller, weitergrabend, gelben Lehm mit kleinen Kieselsteinen gemengt, 12 F. tief; darauf grauen Lehm, mit Steinen von verschiedener Gröfse gemengt, 18 F. tief; sodann reinen Schluf, 4 F., Sand mit feinem Geschiebe 2 F. und Kies 2 F. tief. Der Brunnen war also hier 38 F. tief, und die Kiesschicht war so ergiebig an Wasser, dafs solches 16 F. hoch stieg und den Bedarf lieferte. Das Terrain in der Gegend dieses Kellers, in welches der Brunnen eingetieft ist, hängt in der Tuchmacherstrafse nach der Löbenichtschen Langgasse und nach dem Pregelthal hin ab und liegt 48 F. über dem Wasserspiegel des Flusses.

In der Nähe dieses Brunnens wurden noch drei andere Brunnen gegraben. Man fand fast gleiche Erdschichten, aber nicht gleiche Wasserstände; die Erdlagen von einem bis zum anderen Brunnen waren nicht gleich wasserleitend.

No. 12. Bei einem Brunnen in Königsberg, im Pregelthale, nahe am Flusse, 10 F. hoch über dem Wasserspiegel, beim Löbenichtschen Hospital, fanden Herr *Hildebrand* und der Land-Baumeister Herr *Johansen* folgende Erdschichten. Zuerst eine Lage Torf-Erde, 4 F. mächtig, und darauf Seesand, mit Schilf und Wurzeln von Sumpfpflanzen gemengt, 8 F. dick, aus welchem das Wasser im Brunnen 6 F. hoch stieg.

No. 13. In der sogenannten Vorderen-Vorstadt von Königsberg, im Pregelthal, wo das Terrain über dem Wasserspiegel des Pregels 9 F. hoch ist, am sogenannten Schnürlingsdamm, auf dem Speicherhofe No. 3., fanden Herr *Hildebrand* und der Stadt-Baumeister Herr *Becker* beim Graben eines Brunnens 2 F. festen Schüttboden, 3 F. tief Torf-Erde und dann 7 F. hoch Seesand mit zerlegten Vegetabilien und mit dem zum Gebrauch gewünschten Wasser.

No. 14. Auf dem sogenannten Nassengarten, welcher einen Theil der Vorstadt vor dem Brandenburger Thore von Königsberg bildet, fanden Herr *Hildebrand* und der Militair-Baurath Herr *Jädeke* beim Graben

eines Brunnens für die Caserne zunächst eine Schicht groben Grand und Kies, mit kleinem Geschiebe gemengt, 15 F. tief; darauf folgte eine feste Lehmlage, und in dieser fand sich durch Seigerung aus dem Grandboden hinreichendes Wasser. Der obere Punct des Brunnens lag 32 F. hoch über dem Wasserspiegel des Pregels.

No. 15. Bei der Verfertigung eines Brunnens beim Clinicum, nahe am botanishen Garten zu Königsberg, auf dem Thal-Ufer, welches am Ausfallthor endigt, fanden Herr *Hildebrand* und der Bau-Inspector Herr *Schulz* Füll-Erde 3 F. tief, grauen Schluf, mit Schilf und Muscheln gemengt, 14 F. dick, und dann Triebsand 3 F. tief; aus welchem das Wasser in den Brunnen seigerte. Der obere Punct des Brunnens auf dem Thal-Ufer lag 32 F. hoch über dem Wasserspiegel des Pregels, an dem sogenannten Faulenteich. Die durcharbeitete Schicht war mit Schilf und Muscheln gemengt.

In früherer Zeit befanden sich auf dem hintern sogenannten Tragheim, nahe am Oberteich, den alten Carten von Königsberg zufolge, mehrere dergleichen versumpfte Stellen, die nach und nach verschüttet worden sind und aus welchen man durch Gräben Wasser nach dem Mühlen-Canal, das Fliefs genannt, geleitet hat. Auf dem rechten Thal-Ufer ist keine Quelle bemerkbar, weil die Grundmasse aus einem dem Wasser undurchdringlichen, tiefgehenden festen Lehm und Thon besteht, auf welchem die obere Schicht, aus Füll-Erde und zum Theil aus Schutt von den vielen Bränden und Zerstörungen bestehend, liegt. In dieser oberen Schicht hatten sich die sogenannten Faulenteiche oder die Sümpfe gebildet, weil das Wasser in den fetten Lehmboden nicht einziehen konnte, und worin sich dann die Sumpfpflanzen, Muscheln und Schnecken erzeugten, die, in mehreren ähnlichen Verhältnissen vorkommend, zu der Hypothese geführt haben, dafs sie von dem früheren Hochwasser herrühren.

Der feste Untergrund und die darauf liegende Schicht von Füll-Erde ist auch die Ursache, dafs man in Königsberg, selbst auf den Höhen, Verstockung und Schwamm in den Gebäuden findet; besonders wenn dieselben aus schlechten Ziegeln, die das Wasser leiten, gebaut und wenn vielleicht sogar selbst die Fundamente daraus verfertigt sind, indem dann das Wasser, welches durch den Niederschlag aus der Atmosphäre sich gesammelt hat, in dem Gemäuer durch die Ausdünstung und Wärme in die Höhe gezogen wird. Besonders findet sich hier der Schwamm: theils der

Pilzenschwamm, theils der blätterartige; so wie Verstockung in den Gebäuden, die im Pregelthal den Ueberschwemmungen ausgesetzt sind. Diese Gebäude sind für die Gesundheit höchst nachtheilig.

Wenn man die Erdschichten, auf welchen die Stadt Königsberg liegt, so wie sie vorhin beschrieben sind, näher betrachtet, so bemerkt man, dafs ihre Lagerung nicht regelmäfsig durch die Aufschwemmungen erfolgt ist, wie man es behauptet hat, sondern dafs die Massen sich sehr abwechselnd gemengt und mit einander verbunden haben. Ob es sich auch entfernter von der Stadt ähnlich verhalte, darüber wird die weiter folgende Beschreibung von Thatsachen Auskunft geben. Um zu einem richtige Resultat zu gelangen, wird man die specielle Beschreibung, wenn sie auch etwas weitläuftig scheinen sollte, entschuldigen müssen.

Wir wollen zuerst insbesondere die Fläche des *Samlandes* betrachten, welches die Ostsee, die beiden Hafe, der Pregel und der Deimefluss im nordwestlichen Theile von Preufsen zu einer Insel umschliefsen. Hier finden sich fast durchgängig graue und zum Theil röthliche Lehmschichten, hin und wieder von sandigen Adern, mit Geschieben von mannichfachem Korn und Gröfse, durchzogen. Auf der Landfläche erhebt sich ein in westlicher Richtung hinstreichender Höhenzug, theils noch zusammenhängend, theils schon durch die Abschwemmung zerrissen. Von diesen Hügeln ist der Galtgarbische Berg 362, der Hausenberg bei Germau 250 und der Quedenausche Berg 173 F. über dem Wasserspiegel der Ostsee hoch. Das Meeres-Ufer ist im Abbruch; zum Theil fast ganz senkrecht. Durch eine Messung im August 1836 fand man es bei Dirschkeim 95, an der Erdspitze bei Brüsterort, wo ein Seefeuer steht, 141, an dem Wachtbuden-Berg bei Klein-Kubren, welcher ein auf das See-Ufer aufgeschütteter Hügel zu sein scheint, 180, und bei dem Forst-Amt Warniken (wo in dem Walde eine schöne Parthie angelegt ist), 178 F. hoch über dem Wasserspiegel der Ostsee. In diesem steilen See-Ufer, welches an einigen Stellen grottenartig aussieht, zeigen sich verschiedene gemengte Erd-Arten, mit verschiedenem Geschiebe, und an einigen Stellen ausrieselndes eisenhaltiges Wasser, nebst einigen, jedoch nur seltneren braunen, aus verwittertem Holz bestehenden Adern, aus welchen der Bernstein, theils durch Graben, theils dadurch, dafs der Wellenschlag das Ufer abbricht und unterhöhlt, zu Tage gefördert wird. Auf der Oberfläche des Samlandes finden sich stellenweise, theils obenauf, theils in der Erdrinde, viele

zerstückelte Felstrümmer von verschiedenem Korn zerstreut. Sie werden durch die Abschwemmungen der Hügel und durch Abwehen der Erde von den Winden, wenn die Hügel nicht bewaldet sind, immer mehr zu Tage gefördert. An den tiefen Stellen sind sie durch die Aufschwemmungen verschüttet. Hin und wieder giebt es kesselförmige Vertiefungen, welche durch den Niederschlag aus der Atmosphäre mit Wasser gefüllt werden.

Ueber den jährlichen Betrag des Niederschlages hat man (im Vorbeigehen bemerkt) aus Beobachtungen folgende Resultate. In der Umgegend von Paris beträgt der Niederschlag 1 F. 3 Z. Rheinländisch; im niedrigen Theile von England 1 F. 6 Z., in Burgund 2 F. 2 Z.; in Lancaster 3 F. 5 Z.; im nördlichen Italien 3 F. 8 Z. (S. die Beschreibung neuerer Wasserbauwerke in Deutschland, Frankreich, den Niederlanden und der Schweiz, von *G. Hagen,* Königsberg 1826), und nach der Beobachtung des Prediger *Sommer* in Königsberg 1 F. 10. Z.

Die kleinen Wasserbehälter in Preufsen, welche von den Deutschen Rittern zum Theil als Fischteiche benutzt und zu diesem Behuf zum Theil aufgestaut wurden, werden bei anhaltend trockener Witterung durch die Ausdünstung theilweise völlig trocken. Dann erzeugt sich öfters aus dem Wassermoose, auf dem aus fettem Lehm bestehenden Grunde, in welchen das Wasser nicht einziehen kann, die sogenannte Wasserwatte. Sie wird durch das Steigen und Fallen des Wassers völlig gebleicht und gleicht dann einem weifsen Filz, den man schon zu Kleidungsstücken anzuwenden versucht hat. Als Seltenheit habe ich im Jahr 1820 ein grofses Stück davon der Ost-Preufsischen physikalisch-ökonomischen Gesellschaft vorgelegt. Auch ist schon in früherer Zeit ein bedeutend grofses Stück dieser Watte nach Berlin gesendet worden.

Gehen wir nun zu der Beschreibung der beim Graben von Brunnen im Samlande gefundenen Erdschichten, von Königsberg ab, weiter vor.

No. 16. Beim Graben eines Brunnens auf dem $\frac{1}{2}$ Meile weit von der Stadt entfernten und 86 F. über der Ostsee hoch liegenden Unterförster-Etablissement Wilky fand der Herr Landbaumeister *Johansen* erst festen Lehm von dunkelgrauer Farbe, 8 F. tief; darauf eine Lehmschicht, mit Kieseln gemengt, 2 F. dick, und hierauf reinen Kies mit Seesand, 5 F. tief, aus welchem das Wasser, hinreichend zum Bedarf, im Brunnen emporstieg.

No. 17. Beim Graben eines Brunnens im Dorfe Quedenau, $\frac{5}{8}$ Meilen von Königsberg, in dem Brauhause des Gutsbesitzers Herrn *Szitnick*, welches 300 Schritte vom Fufse des Quednauerberges und 103 F. hoch über dem Wasserspiegel der Ostsee liegt, fanden Herr *Hildebrand* und Herr *Szitnick* 3 F. tief aufgefüllten Boden und Damm-Erde; dann fetten Thon oder Schluf, mit Mergeltheilen durchmengt, 5 F. dick, und hierauf eine Seesandschicht, 23 F. dick, aus welcher das Wasser in den Brunnen seigerte. Unter der Sandschicht lag eine feste, mit verschiedenen Steinen durchmengte Lehmschicht, welche mit dem gewöhnlichen Erdbohrer nicht zu durchbrechen war. Als dieser Brunnen im Herbst 1823 vollendet war, stieg das Wasser darin 16 F. hoch, fiel aber nach anhaltend trockener Witterung wieder bis auf 7 F.; und in diesem Verhältnifs wechselt der Wasserstand, bei gleichförmigem Gebrauch, nach anhaltend nasser und trockener Witterung beständig; was den Beweis giebt, dafs dieser Brunnen nur durch Seiger- oder Tagwasser gespeiset wird.

No. 18. Bei der Papierfabrik zu Trutenau, $1\frac{1}{4}$ Meile nördlich von Königsberg, ward im Jahr 1821, wegen des öfteren Wassermangels in den Sammelteichen, eine Dampfmühle in einem dazu bestimmten neuen Gebäude gebaut. Von dem Mühlenbach, welcher kein reines Wasser hatte, 20 F. entfernt, wurden zwei Brunnen zum Bedarf der Maschine und der zwei Holländer gegraben. Der obere Punct der Brunnen liegt am Fufse des Trutenauschen Berges 112 F. über dem Wasserspiegel der Ostsee hoch. Der Herr *Hildebrand*, der Besitzer der Fabrik, Herr Doctor *Jachmann* und ich, fanden bei der Verfertigung der Senkbrunnen aus dazu geformten Ziegeln, folgende Erdschichten: zunächst schwarze Damm-Erde, $1\frac{1}{4}$ F. tief, und darauf Triebsand, gleichförmig 13 F. tief. Hierauf folgte fester grauer Schluf und Letten mit grofsen Steinlagen, welche die weitere Einsenkung des ersten Brunnens ganz hemmte. Es mufste, um den gewünschten Wasserbedarf zu gewinnen, eine Röhre von dem Brunnen nach dem Mühlenbach gelegt werden; durch welche dann der Zweck erreicht wurde.

Bei der Eintiefung des zweiten Brunnens, 12 F. von dem ersten entfernt, und in demselben Fabrikgebäude, für den Wasserbedarf zur Verarbeitung des Materials in den beiden Holländern bestimmt, wozu vorzüglich reines Wasser nöthig ist, fanden sich die nemlichen Erdschichten bis auf eine Tiefe von 14 F. 5 Z. Hierauf aber fester Schluf, aus wel-

chem das Wasser, aus der Sandschicht quellend, 9 F. im Brunnenschacht stieg, aber weder an Menge noch Güte hinreichend war.

In der Erwartung, eine das Wasser leitende Grand- oder Kiesschicht zu finden, ward die feste Schlufmasse, welche tieferhin in Thon- und Mergeltheile überging, 70 F. tief durchbohrt. Man stiefs wider Erwarten auf einen grofsen Stein, der weder zu durchstofsen noch bei Seite zu drängen war, fand aber keine Spur von Wasser. Demnach wurde von der weiteren Vertiefung des Brunnens abgestanden und ein anderer Plan gemacht, um Wasser zu erlangen.

Nach der Angabe des Besitzers waren zu den zwei Holländern, wenn sie in vollem Gange sind, durchschnittlich in einer Stunde 14400 Berliner Quart ganz reines, klares Wasser nöthig. Der schon eingetiefte Brunnen wurde bis auf den vorher beschriebenen Schlufboden in meinem Beisein am 26sten August 1821 in $\frac{3}{4}$ Stunden ganz ausgeschöpft und enthielt nur 5400 Quart nicht ganz reines Wasser, welches sich während einiger Tage darin gesammelt hatte. Es wurde also beschlossen, in dem Thale, in welchem die Fabrik liegt und durch welches der Mühlenbach fliefst, dessen Ufer nur 4 F. hoch sind und mit Eisentheilen geschwängertes Wasser enthalten, nahe an demselben, einen Senkbrunnen zu machen und denselben mit dem Bach durch einen mit Kies zur Durchseigerung und Reinigung des Wassers angefüllten, bedeckten Graben zu verbinden. Von diesem Sammelbrunnen ward das Wasser durch eine 380 F. lange, 3 F. unter die Erde gelegte, aus Thon gebrannte Röhre in den Brunnen im Fabrikgebäude geleitet, und so wurde der Zweck möglichst erreicht.

Schon bei der ersten Anlage der Papierfabrik, welche im Jahr 1770 aus den dazu angekauften Walkmühlen entstand, und auf welcher nachher die berühmten Prefsspäne verfertigt wurden, hat man eine Röhrenleitung gemacht, welche das Wasser aus einem oberhalb des Mühlenteichs, der nur von Sammelwasser gespeiset wird, bei dem Vorwerk und dem Dorfe Trutenau vorhandenen Brunnen, *unter* den Teich hindurch, in die durch das Wasser betriebene Fabrik leitet, um in derselben ganz reines Wasser zu haben; welche Leitung noch jetzt vorhanden ist.

Dieser Fall kann dazu dienen, darauf aufmerksam zu machen, wie nöthig es bei solchen Anlagen und bei ihrer Erweiterung sei, den *Wasserbedarf* zum Betrieb der Werke vorher gründlich zu erwägen, weil es

sonst unmöglich ist, dafs die Werke mit anderen, welche hinreichendes Wasser haben, die Concurrenz aushalten.

Die Gegend ist hier hügelig, und das Thal, zum Theil in ein Defilé übergehend, welches der Mühlbach nach dem Pregel hin durchströmt, angenehme Partbieen bildend, ist auf der Oberfläche mit Felstrümmern bedeckt, die durch die Abschwemmungen erdfrei geworden, stellenweise aber noch bedeckt und für Geognosten und Geologen interessant sind.

No. 19. Auf dem Domainen-Vorwerk, unweit der kleinen Stadt Fischhausen, fanden Hr. *Hildebrand* und der Landbaumeister Hr. *Johansen* beim Graben eines Brunnens zur Brauerei 20 F. tief Sand, mit einigen Kiesschichten gemengt. Das Wasser erhielt sich 10 F. hoch in dem Brunnen, dessen oberer Punct nur 15 F. über dem Wasserspiegel der Ostsee liegt.

No. 20. In der Stadt Pillau, welche nur 8 bis 10 F. über dem Meere hoch und auf einer angeschwemmten, 15 bis 20 F. mächtigen Sandplatte liegt, die eine Landzunge zwischen dem Hafe und der Ostsee bildet, wie ich es in diesem Journal beschrieben habe, darf man, nach den Erfahrungen des dermaligen Hafenbau-Inspectors Herrn *Peterson* nur 8 bis 10 F. in den Sandboden graben, um reines, durch den Sand geseigertes Wasser zu erhalten.

No. 21. Auf der Frischen-Nehrung, welche aus einem 30 bis 100 Fufs hohen, zusammengeweheten und angehegerten Sandrücken zwischen dem Hafe und der Ostsee besteht, unter welchem der gewachsene oder natürliche graue Lehmboden von dem Lande durch das Haf und die Nehrung 20 bis 24 F. tief unter dem Wasserspiegel bis in die Ostsee fortstreicht, findet man, nach Herrn *Peterson,* beim Eintiefen der Brunnen an den niedrigen Stellen in dem Sandboden auf 10 bis 15 F. tief reines geläutertes Wasser; wovon auch ich durch mehrere Versuche bei Neu- und Alttief, so wie bei Schöttkolk, mich überzeugt habe.

Wenden wir uns nun in die nördliche Gegend des Samlandes, von wo sich die Kurische Nehrung zwischen der Ostsee und dem Hafe, als ein durch Naturwirkungen geformter Erdstreifen, bis an das Seegatt oder die See-Enge zieht, welche das Haf mit der Ostsee bei Memel verbindet: so findet sich durch Eintiefen der Brunnen, dafs dieser Landrücken, von dem Bade-Ort Cranz ab, bis zu dem wegen der Versandung eingegangenen Kirchdorfe Kunzen, aus einer Sandmasse besteht, welche auf dem 10 bis 20 F. unter dem Wasserspiegel des Hafs und der Nehrung bis in die Ost-

see ziehenden festen Lehmboden liegt, und die durch Anhegerung entstanden ist; wie ich solches in den Preufsischen Provinzialblättern oder dem vaterländischen Archiv näher beschrieben habe. Der Sandboden von Cranz bis zu den sogenannten weifsen Bergen, auf welchen der Sarkauer Wald und die seit 1812 vorhandene Plantage befindlich ist, liegt flach und nur einige Fufs hoch über dem Wasserspiegel des Hafes, wogegen sich die Dünenkette und die neuen Seedeiche auf dem Ufer der Ostsee 12 bis 20 Fufs, und die weifsen Berge, fortlaufend bis Rossitten, an einigen Stellen 100 F. und darüber über den Wasserspiegel erheben.

No. 22. An den flachen Stellen dieser Nehrung fand man beim Bohren in den Boden, welches auf mein Veranlassen und in meinem und des Strandpolizei-Inspectors Herrn *Finger* Beisein durch den Oberförster Herrn *Bohm* aus Cranz besorgt wurde, 8 bis 10 F. tief hinreichendes Wasser. Allein an einigen Stellen trifft man auch auf eine Schicht Rasenstein oder Wiesen-Erz; besonders hinter Sarkau, welche durchbrochen werden mufs, und unter welcher dann roth gefärbtes dickes Wasser in der Eintiefung sich sammelt, welches ohne Seigerung nicht brauchbar ist.

Auf dem Haf-Ufer findet sich schwarzer Magnetsand, welcher gesammelt und von den Bewohnern der Nehrung metzen- oder scheffelweise verkauft wird.

Von dem eingegangenen Dorfe Kunzen bis Rossitten ist noch ursprünglich aufgeschwemmter Boden, der mit dem festen Lande bei Windenburg auf der andern Seite des Hafs in früherer Zeit zusammenhing. (Siehe meine Bemerkungen über die Entstehung des Kurischen Hafs in dem Vaterländischen Archiv, 5ter Band.) Dieser Boden besteht gröfstentheils aus grauem und auch aus braunem, festen Lehm, mit einigem Thon und mit Sandschichten und Geschieben gemengt, welche zum Theil in grofsen Granitblöcken bestehen, die auf dem Boden durch die Abschwemmung zum Vorschein kommen und am Ufer der Ostsee, wie am Ufer des Hafs, durch den Abbruch vermöge des Wellenschlages zu Tage gefördert werden.

No. 23. Der Boden, in welchem sich einige Teiche befinden, liegt bei dem Dorfe Rossitten nur 10 bis 12 F. hoch über dem Wasserspiegel des Kurischen Hafs, und bei dem Graben eines Brunnens auf dem Etablissement der Strandpolizei-Inspection, 400 F. vom Hafe entfernt, fanden Hr. *Hildebrand,* der Landbaumeister Hr. *Jester,* damals in Labiau, und

der Polizei-Inspector Hr. *Finger* folgende Erdschichten: Damm-Erde 2 F. dick, reinen grauen Lehm 24 F. tief, gemischten Sand 2 F. und grauen Thon, mit Kieselsteinen gemengt und mit einigen Sandschichten durchzogen, 52 F. mächtig. Darauf folgte eine Schicht grauer Schluf, mit kleinen Steinen durchmengt, 10 F. dick, und nun eine Lage grofser Steine, von 4 bis 5 F. im Durchmesser, welche nicht durchbrochen wurde. Man erlangte nur so viel Wasser im Brunnenschacht, dafs es zum Bedarf kaum hinreichte.

Die Sohle oder der Boden dieses Brunnens lag 80 F. tief unter dem Wasserspiegel des Hafs und der Ostsee, welche bei ruhiger Witterung fast gleich hoch stehen, und es mufsten also für das Wasser undurchdringliche Lehm- oder Lettenmassen vorhanden sein, welche den Zufluſs des Wassers in der Tiefe verhinderten.

Von diesem festen, ursprünglich aufgeschwemmten Boden von Rossitten ab ziehet sich die in neuerer Zeit durch die Wirkung der Natur aus Sand geformte Nehrung, die an einigen Puncten 157 bis 178 F. hoch über dem Wasserspiegel der Ostsee hoch ist, im Zusammenhange, bis an das Seegatt oder die Durchfahrt bei Memel hin. Die höchsten Puncte der Nehrung, bei Nidden und Schwarzorth, dienen als Signale für die Seefahrer. Auch auf diesem Theil der Nehrung, wo der Boden in der Tiefe ebenfalls aus grauem festen Lehm besteht, der sich 12 bis 20 F. unter dem Wasserspiegel des Hafs bis in die Ostsee hinzieht, darf man an den flachen Stellen, in Nidden und bei Schwarzorth, zufolge der Untersuchungen des Hafenbau-Inspectors *Veit* in Memel nur 8 bis 12 F. tief graben, um durch den Sand geseigertes, ziemlich gutes Wasser zu finden.

Bevor ich das Samland und die dortigen Brunnen verlasse, will ich noch über dessen *Namen* Folgendes anführen. Als die Deutschen (Teutschen) Ritter in Preufsen zur Bekehrung der heidnischen Bewohner von Preufsen, oder eigentlich zur Besitznahme des Landes, vom Drewenzfluſs und dem Drangestrom aus vordrangen, fanden sie das Land in zwölf kleine Herrschaften oder Fürstenthümer getheilt. Dieselben hiefsen, den alten vaterländischen Geschichtschreibern zufolge, Samland, Nadrauen, Sudauen, Schalauen, Natangen, Bartenland, Galinderland, Ermeland, Pogesan oder Hoggerland, Culmerland, Pomesanen und Littauen. So findet man sie auch auf der ältesten Carte von Preufsen, vom Jahr 1576, von *Henneberger*, bezeichnet. Diese Benennungen sollen, einigen Geschichtschreibern zufolge, davon herstammen, dafs Waidewutus, der Preufsen König, zwölf Söhne

gehabt und an diese das Königreich Preufsen vertheilt habe; worauf denn die Besitzungen nach dem Namen derselben benannt worden seien. Ob Dies gehörig documentirt werden könne, will ich den Geschichtforschern anheim geben, indem sich meine Beschreibungen Preufsens nur auf die Geognosie und Geologie beziehen.

Gehen wir nun in der Betrachtung der Erd-Arten auf der Oberfläche von Ostpreufsen weiter vor und wenden uns in den östlichen Theil des Landes über das Kurische Haf in die Littausche Niederung, so geben die Brunnen folgende Resultate.

No. 24. In der Littauschen Niederung, welche im Ganzen ein breites Stromthal oder Delta ist, dessen Boden am Kurischen Hafe nur 8 bis 10 F., oberhalb aber, nach Tilsit hinauf, 28 bis 30 F. hoch über dem Wasserspiegel der Ostsee liegt, fand der Hr. Deich-Inspector *Hartmann* beim Graben eines Brunnens in Kuckerneese schwarze Humus-Erde, mit Sand gemengt, 8 F. tief; darauf reinen Sand 2 F. und eine graue Lehmschicht 2 F. dick. Nun folgte feiner Seesand, aus welchem das Wasser hinreichend für den Bedarf in die Höhe stieg.

No. 25. Beim Graben eines Brunnens in der Gegend der Niederung, nahe am Rufsstrom, fand Hr. *Hartmann* Moor-Erde 6 F., schwarze torfartige Erde 3 F. dick und dann wasserhaltigen Sand, welcher hinreichendes und gutes Wasser gab.

Auf dem Grunde des Dienst-Etablissements des Hrn. Deich-Inspectors *Hartmann* bestand die obere Erdschicht aus schwarzer Moor-Erde, mit Humustheilen und Sand gemengt, 5 F. mächtig; dann kam Lehm von schwarzgrauer Farbe, 2 F. dick, und nun wasserleitender weifser Triebsand, aus welchem der Wasserbedarf in den Brunnenschacht quoll.

No. 27. In Kaukehmen, unweit des Etablissements des Hrn. Deich-Inspectors *Hartmann,* fand man beim Graben eines Brunnens schwarze Humus-Erde 2 F. dick, darauf blaulichen Lehm 2 F., torfartigen Boden 3½ F. dick und nun wasserhaltigen Seesand, aus welchem das Wasser im Brunnen mehrere Fufs in die Höhe stieg.

No. 28. Aehnliche Erdschichten, durch Ueberschwemmungen und den Niederschlag erzeugt, fand auch der Hr. Deich-Inspector *Weifs* beim Graben von Brunnen in der Linkuhnschen und Seckenburgschen Niederung am Memel- und Gilgestrom, und in letzterer Gegend besonders viele durch die Aufschwemmungen verschüttete Hölzer, aus den früheren Wäldern,

den nachher sogenannten Wildnissen. Auch ich habe dieses bei meinen Untersuchungen in der Niederung gesehen, so wie, dafs der Untergrund hier aus einer festen grauen Lehmmasse, mit Geschieben von verschiedenem Korn und Gröfse gemengt, besteht, worin sich die Wasserfluthen das Bette ausgehöhlt, und wobei sich die Erdschichten durch die Sinkstoffe nach und nach, so wie es in allen Thälern strömender Gewässer der Fall ist, gelagert haben. (Siehe meine Beschreibung der Littauschen Niederung in dem vaterländischen Archiv oder den Preufsischen Provinzialblättern.)

No. 29. Beim Graben von Brunnen in der Gegend von Labiau, welche mit der Litthauschen Niederung noch im Zusammenhange ist, und die nur 10 bis 15 F. hoch über dem Wasserspiegel der Ostsee liegt, fand der Hr. Oberdeich-Inspector *Winkelmann* aus Labiau mehrentheils rothe Lehmschichten und grauen, öfters mergelartigen Schluf, in Lagern von verschiedener Dicke, mit Sandzügen, öfters in einer Tiefe von 40 bis 50 Fufs, durchsetzt; dann gröfstentheils wieder mächtige Thonlagen, welche durchbohrt werden mufsten, um wasserleitenden Sand zu finden; aus welchem dann aber das Wasser oft bald erfolgte und gewöhnlich hoch in den Brunnen empor stieg.

No. 30. Weiter hinauf in dem Thale des Memelstroms, von der Spitze an, wo sich der Rufs- und Gilgestrom von dem Memelstrom trennen, fand der Hr. Landbaumeister *Werner* aus Tilsit beim Graben eines Brunnens auf dem am rechten Ufer des Memelstroms oberhalb Ragnit und dem Hügel Rombien (auf welchem die alten Preufsen ihren Göttern opferten) an dessen Fufs liegenden Gute Schreitlaugken folgende Erdschichten. Lehm von rothbrauner Farbe, 10 F. mächtig; dann Sand, mit dünnen Lehmlagen durchzogen, 30 F. dick, und nun wieder festen Lehmboden, in welchem noch 20 F. tief gebohrt wurde; was aber keine Spur von Wasser gab, obgleich der obere Punct des Brunnens nur 10 F. über dem Pregel, da wo der Juraflufs in ihn ausmündet, und 36 F. über dem Wasserspiegel der Ostsee hoch liegt. Es wurde dieser Brunnenschacht wieder verschüttet.

No. 31. Bei dem im Memelthal auf dem rechten Ufer, 10 F. über dem Wasserspiegel des Memelstroms und 49 F. über der Ostsee hoch liegenden Hauptzollamt Schmalenigken, beim Einflufs des kleinen Flusses Swenta, der die Grenze zwischen Preufsen und Rufsland bildet, fanden Hr. *Werner* und ich beim Eingraben in den Boden eine durch die Fluthen aufgetriebene Sandmasse von $1\frac{1}{2}$ F. dick, und dann einen festen, mit

feinen Sand-Adern durchzogenen und mit grofsen Steinen gemengten Boden. Die Steine werden durch den Uferabbruch zu Tage gefördert und hindern das Anlanden der Schiffsfahrzeuge. Sie liegen 8 bis 10 F. mächtig, und aus dieser Schicht werden die Brunnen durch Seigerwasser gespeiset.

No. 32. Aehnlichen aufgeschwemmten Boden findet man nach meinen Beobachtungen längs der Russischen Grenze, vom Memelstrom ab bis an die Ostsee zwischen Nimmersatt und Polangen, wo sich der Boden nach dem Hafe hin abdacht und 30 bis 40 F. hoch über dem Wasserspiegel der Ostsee liegt, und zwar zum gröfsten Theil flach, besonders zwischen dem Jura und Mingefluſs, so daſs er grofsentheils Flächen bildet, die mit Sand durch die Abschwemmungen aus Rufsland überschüttet sind und die zum Theil thonartigen Grund haben, besonders in der Gegend bei Wenden und Heidekrug, wo dann bei anhaltend trockener Witterung der Wind mit dem Flugsande sein Spiel treibt, wie auf den beiden Nehrungen, und ganze Hügelketten zusammen weht. Auch hier haben sich indessen schon einige Grundbesitzer durch Befestigung der Sandschollen vermittelst Pflanzungen und Besamung rühmlich ausgezeichnet und nachahmungswerthe Beispiele gegeben. Unter den Sandschollen besteht der Untergrund aus festem, verschiedenartigen Lehm, mit grofsen Geschieben, zum Theil grofsen Granitblöcken gemengt, die in einigen Gegenden zwischen Tilsit und Memel durch die Abschwemmungen ganze Lagen auf dem Boden, als Ueberreste früher dagewesener Höhenzüge, bilden.

Gehen wir auf die linke Seite des Memelstroms über, so finden wir in dem Strom- oder Fluththal oben eine Schicht aufgeschwemmten Sand, auf einer Rinde Moor-Erde von 3 F. tief liegend, und dann den natürlichen oder sogenannten gewachsenen, mit Sand-Adern und Geschieben gemengten Lehmboden, aus welchem das Wasser in die eingetieften Brunnen steigt.

Auf der Höhe des Thal-Ufers, in der Gegend zwischen dem Memel- und Pregelstrom und dem Pissafluſs, sind in den Brunnen folgende Erdlagerungen in dem aufgeschwemmten, zum Theil hügeligen Boden vorgekommen.

No. 33. Auf dem Hofe des im Jahr 1289 vom Deutschen Orden unter der Leitung des Landmeisters *Meinhard von Querfurt* auf dem 60 F. hohen linken Ufer des Memelstroms erbauten Schlosses Ragnit befand sich ein 140 F. tiefer Brunnen aus behauenem Granit, der zum Theil schon verschüttet war. Das Schloſs sollte zu einer Besserungs-Anstalt eingerichtet wer-

den. Der Hr. Landbaumeister *Werner* aus Tilsit und ich wohnten den Local-Untersuchungen deshalb bei. (Siehe meine Bemerkungen über die Besitznahme Preufsens, welche von den Wasserwegen ausgegangen ist; über die Entstehung der Schlösser und Burgen etc., Berlin bei G. Reimer, 1836.) Es ward von den Commissarien beschlossen, den alten Brunnen näher zu untersuchen und ihn aufräumen zu lassen, um zu sehen, ob das Wasser darin zu dem Bedarf des einzurichtenden Instituts hinreichend sein werde. Es ergab sich, dafs der Boden des 60 F. hohen Ufers, in welches der Brunnen 140 F. eingetieft war, bis weit unter den Wasserspiegel des Memelstroms hinunter, durchgängig aus festem Lehm bestand, so dafs auf eine ergiebige Quelle nicht mit Gewifsheit zu rechnen war und dafs man also auf andere Mittel bedacht sein müsse, Wasser zu erlangen.

Besonders der *Baumeister* wird bei der Untersuchung der Burg Ragnit auf den alten 140 F. tiefen Brunnen von bearbeitetem Granit aufmerksam, und es entsteht ihm die Frage, ob dieser Brunnen vielleicht schon früher gegraben sei, ehe das Schlofs gebaut wurde, oder ob er erst nachher ausgeführt worden sei. Die Frage entscheidet sich leicht für das Erstere dadurch, dafs das Wasser ein Hauptbedürfnifs bei den Schlössern war, welche die Deutschen Ritter bei ihrem Vordringen in Preufsen als Festungen bauten, und dafs sie also sich erst, bevor sie bauten, überzeugen mufsten, ob Wasser und auf welche Art es zu erlangen sein werde. Man mufste also erst den Brunnen und dann erst die Gebäude bauen. Aufserdem sieht der Sachverständige leicht, dafs es, ohne die Fundamente der vier Flügel, welche den nur 97 Fufs im Quadrat grofsen Schlofshof einschliefsen, zu unterminiren, nicht wohl möglich war, einen Brunnen darauf zu graben; wenigstens nicht zu der Zeit, wo man in dortiger Gegend weder Senkbrunnen noch Artesische Brunnen kannte. Hierzu kam, dafs diese Burg zur Vorhut und Festung auf der äufsersten Grenze des in Besitz genommenen Landes unter dem Schutz der stets bewaffneten Macht gegen die Angriffe der Landesbewohner *schnell* gebaut werden mufste und dafs die Baumaterialien, zu welchen auch die bearbeiteten Granite zum Brunnen gehörten, nur aus dem schon in Besitz genommenen Lande zu Wasser, den Memelstrom hinauf, angeschafft werden konnten. Aehnliche Verhältnisse kamen auch bei der Anlage anderer Ritterburgen in Preufsen vor, worüber noch eine nähere Erörterung weiterhin folgen wird. (Fortsetzung folgt.)

## 2.

# Nachrichten und Bemerkungen über die Construction und die Kosten von Zinkdächern.

(Von dem Genie-Obristen Herrn *Poncelet* zu Paris.)

(Aus dem *Mémorial de l'officier du génie* No. 13. vom Jahr 1840.)

---

[Der Herausgeber dieses Journals ist bedacht gewesen, auch über den für die Architektur so wichtigen Gegenstand der Bedeckung von Dächern und Terrassen von den Erfahrungen und Bemerkungen aus dem In- und Auslande, welche zu seiner Kenntnifs gelangten, diejenigen, welche ihm für Deutschland von Interesse zu sein schienen, in dem Journale mitzutheilen. Kürzlich ist wieder ein interessanter Aufsatz, der insbesondere die *Zinkdächer* zum Gegenstande hat, in dem *Mémorial de l'officier du génie* erschienen, einer Schrift, die, wie in Band 15. Heft 1. S. 50 bemerkt, nicht in den Buchhandel kommt und nicht käuflich ist. Der Verfasser dieser Abhandlung ist der Herr Genie-Obrist *Poncelet* zu Paris, Mitglied des Instituts, ein practisch vielerfahrner und verdienter Ingenieur, und bekanntlich einer der berühmtesten und ausgezeichnetsten unter den jetzt lebenden Mathematikern. Der Aufsatz ist eine Art von officiellem Bericht über den Gegenstand an die Behörde, in besonderer Beziehung auf die Militair-Gebäude in Frankreich. Er enthält eine Menge interressanter practischer Bemerkungen und Erfahrungen, die auch für deutsche Baumeister nützlich sein können und ist mit grofser Sorgfalt und trefflichem Urtheil geschrieben. Wir theilen deshalb diese Abhandlung hier mit.

Das Französische Maafs, Gewicht und Geld sind auch hier, wie es zu einer *vollständigen* Uebertragung nothwendig ist, auf Deutsches, namentlich auf Preufsisches, reducirt worden, welches im übrigen Deutschland allgemein bekannt ist und von welchem abweichende deutsche Maafse und Gewichte doch nur wenig verschieden sind. D. H.]

---

Seit der Bekanntmachung der vortrefflichen Abhandlung des Herrn Bataillons-Chefs *Belmas*, in No. 11. des *Mémorial de l'officier du génie* vom Jahr 1832, über die Bedeckung der Dächer auf Casernen und andern Gebäuden [man findet diese Abhandlung des Herrn *Belmas* im 2ten, 3ten und 4ten Hefte 8ten Bandes des gegenwärtigen Journals. D. H.], haben die Zubereitung und der Gebrauch des Zinks eine neue Ausdehnung gewonnen; wie es sich bei der neusten Ausstellung französischer Industrie-Erzeugnisse im Jahr 1834 zu erkennen gab. In mehreren Gegenden von Frankreich, so wie in Paris selbst, sind neue Zinkwalzwerke entstanden; z. B. dasjenige des Generals *d'Arlincourt* zu Thierceville bei Gisors, das Walzwerk zu Romilly bei Rouen, das des Herrn *Mesmin* sen. zu Fromelenne bei Givet, das des Herrn *David* zu St. Denis, das des Herrn *Mercian* zu Mont-à-Terre bei Creil, und endlich das der anonymen Gesellschaft von Imphy im Nièvre-Departement.

Ungeachtet dieser Concurrenz, welche noch immerfort zunimmt, und ungeachtet der jetzigen grofsen Ausdehnung der Gewinnung des Zinks in den Gruben von Schlesien, Polen und Lüttich, ist der Preis des Zinks in der letzten Zeit doch sehr gestiegen, und scheint noch ferner zu steigen. Früher, und selbst noch im Jahr 1835, kostete der Centner Zink 7 bis 8 Thlr.: im Jahr 1836 schon 9 Thlr.; jetzt aber, seit Kurzem, 9 Thlr. 18 Sgr. bis 9 Thlr. 27 Sgr. Diese schnelle Preis-Erhöhung kann weder die Zunahme des Verbrauchs in Frankreich zum Grunde haben, noch die Zunahme der Kosten des Walzens, welche ungefähr dieselben geblieben sind (2 Thlr. 25 Sgr. für den Centner), sondern nur das Monopol, welches jetzt England über den rohen Stoff ausübt. In der That kostet der rohe Zink, dessen Preis 4 Thlr. 7 Sgr. bis 5 Thlr. 3 Sgr. war, jetzt 6 Thlr. 23 Sgr. bis 6 Thlr. 27 Sgr.; wie es die Courszettel der Pariser Börse zeigen, wo dieses Product regelmäfsig notirt wird. Jetzt, so eben (1839), kostet der Centner roher Zink 7 Thlr. 23 Sgr., und der Centner Zink in Tafeln 10 Thlr. 18 Sgr., und es ist nicht wahrscheinlich, dafs die Preise sinken werden. Die diesjährige Ausstellung hat keine bedeutenden neueren Vervollkommnungen im Gebrauche des Zinks zu Dachdecken gezeigt. Indessen ist des Verfahrens zu gedenken, durch welches es den Herren *Sorel* und Comp. gelungen ist, vermittels des Zinks das Eisen einer der Verzinnung ähnlichen Operation zu unterwerfen

und es dadurch gegen die Einwirkungen der Luft zu schützen; selbst an den nicht unmittelbar bedeckten Stellen, oder an den Stellen, wo etwa der Zink-Überzug durch mechanische Gewalt abgerissen wäre. Wenn die Verkündigungen der Erfinder sich bestätigen, so würden wegen der geringen Dehnbarkeit des Eisens, und wegen seiner grofsen Zähigkeit und Hämmerbarkeit, die *gezinkten* Eisentafeln ein sehr wohlfeiles Material zur Bedeckung der Dächer geben. Bis die Erfahrung darüber entschieden haben wird, wird man aber schon wohlthun, sich bei den Zinkdeken der Nägel und Heftbleche aus *verzinktem* Eisen, statt der Nägel und Bleche aus reinem Zink, und selbst statt derer aus *verzinntem* Eisen zu bedienen. Nach dem Gutachten der Commissarien der Akademie der Wissenschaften, der Herren *Thenard, Becquerel* und des Herrn *Dulong,* Bericht-Erstatters, (man sehe Comptes rendus, Sitzung vom 17. Januar 1837, 4ten Band, S. 923) über die Dachdeckung der Cathedrale zu Chartres, würden die verzinkten Tafeln vor den Tafeln von reinem Zink noch den wesentlichen Vorzug haben, dafs sie in einer Feuersbrunst nicht schmelzen und sich nicht entzünden können, und der reine Zink würde nach der Meinung der Commissarien, da er beidem unterworfen ist, von allen Dächern fern zu halten sein, deren Gerüste, wie gewöhnlich, aus Holz gezimmert sind.

Die Folgezeit wird lehren, ob das Steigen der Preise des Zinks, welches Steigen auch bei andern Metallen Statt gefunden hat, besonders beim Blei, einen wirklichen Grund habe, oder nur künstlich hervorgebracht sei, und ob der hohe Preis bleibend oder nur vorübergehend sein werde: indessen ist so viel gewifs, dafs dieser Preis der Ausdehnung der Benutzung des Zinks zu Dachdecken bei uns wenig günstig ist; zumal da diese Benutzung erst noch im Entstehen sich befindet.

Die bedeutendste Vervollkommnung, zu welcher die Benutzung des Zinks seit 1832 gelangt ist, besteht in dem Gebrauche *kleiner Tafeln, Zinkschiefer* (ardoises) genannt, statt der *grofsen*, von welchen letztern man die Nachtheile und Vortheile schon in dem oben gedachten Aufsatze des Herrn *Belmas* auseinandergesetzt findet. Die Einführung der kleinen Tafeln rührt insbesondere von Herrn *Lebobe,* Unternehmer der Dachbedeckungen zu Paris, her. Er hat dafür von der Jury der Ausstellung von 1834 eine bronzene Medaille erhalten und seitdem Erfindungs- und Vervollkommnungs-Patente darauf genommen.

Nach diesem neueren Systeme sind jetzt die Dächer des provisorischen Sitzungs-Saals der Pairs-Kammer, der Flügel des Niederlage-Gebäudes von Gros-Caillou zu Paris, die Morgue, und verschiedene gröfsere und kleinere Privat-Gebäude bedeckt worden.

Die Herren Bleidecker *Seyffert,* rue Tiquetonne No. 11., und *Renaudot,* rue Grenelle, St. Germain No. 24., bedienen sich ebenfalls *kleiner* Zinktafeln; aber von anderer Form, und auf andre Weise. Auf dem grofsen Schuppen der Niederlage in der Strafse des Marais, auf dem Markthause de la Madelaine zu Paris und auf verschiedenen Privatgebäuden sind die Dächer nach der Methode der Herren *Seyffert* bedeckt worden. Die Dächer der Gallerie des Museums im botanischen Garten dagegen sind im Jahr 1835 mit dem besten Erfolge mit den gereiften Zinktafeln des Herrn *Renaudot* bedeckt worden, und es scheint, dafs diese verschiedenen Arten der Anwendung kleiner Zinktafeln, sowohl bei der ersten Bedeckung der Dächer, als bei dem Wieder-Aufnehmen und den Ausbesserungen derselben, Vortheile gewähren.

Die Art des Gebrauchs der *grofsen* Tafeln ist seit 1832 beinahe die nemliche geblieben: abgerechnet einige Veränderungen im Detail, die von Einigen angerathen, von Andern verworfen worden sind. Die vielen, durch übel geformte und übel gelegte Tafeln entstandenen Schäden, selbst auch die schlechte Beschaffenheit der Dachgerüste und der Belattung, haben die Verbreitung dieser Art Zinkdecken sehr gehindert. Ihre Benutzung beschränkt sich zu Paris, selbst jetzt noch, auf einige Terrassen, flache Dächer, Schuppen zu Werkstätten, und andere leichte Gebäude.

Fast auf allen neuen Gebäuden werden in Paris die Dächer noch mit Ziegeln oder Schiefern bedeckt: mit Zink nur einzelne Theile der Dächer. Das Vertrauen zu den Zinkdächern steht noch nicht fest, obgleich diese Art Dachbedeckung schon seit sehr lange versucht worden ist. Eine Art von Ausnahme macht der neue Pallast am Quai d'Orsay, dessen Dach mit grofsen Zinktafeln bedeckt worden ist; aber dieses schöne, ganz neue, von Herrn *Lacornée* erbaute Gebäude ist nicht so vielen Zerstörungen ausgesetzt, wie unsere grofsen Militair-Gebäude; auch ist man dabei in jeder Beziehung mit aufserordentlicher Sorgfalt verfahren. Man hat nemlich das Dach in mehrere einzelne Theile getheilt, die durch bleierne Rinnen getrennt sind. Diese einzelnen Dächer schützen einander gegenseitig gegen Windstöfse und ihre unteren Theile werden durch die

Attica geschützt, welche aufsen und innen das Dach umgiebt; auch sind die Gefälle der Dächer so stark, wie für Schiefer. Die nach der von Herrn *Belmas* beschriebenen Coulissen-Art zusammengefügten Tafeln [man sehe Band 8. dieses Journals, 2tes Heft, Tafel VIII. Fig. 13.] überdecken sich auf diesem Dache horizontal $7\frac{2}{3}$ Z. breit, u. s. w.; was denn die Kosten sehr erhöht hat.

Aufserhalb Paris, in den Departements, sind ebenfalls einige gröfsere Civil- und Militair-Gebäude mit grofsen Zinktafeln bedeckt worden. Einige dieser Dachdecken sind sehr gut gelungen, andere ungemein beschädigt worden. Zu den ersteren gehören das Marktgebäude auf dem Platz von Austerlitz zu Metz, die Caserne zu Rocroy und das neue Pulver-Magazin zu Cambrai. Die von Herrn *Renaudot* in den Jahren 1832 und 1833 nach dem von Herrn *Belmas* beschriebenen Systeme [Band 8. dieses Journals 2tes Heft, Tafel VIII. Fig. 9.] ausgeführten Dächer dieser beiden Gebäude haben, wie aus den Berichten des Herrn Genie-Commandanten *Douville* und des Herrn Hauptmann *Fuchsamberg* hervorgeht, ihren Zweck vollständig erreicht. Eben das ist der Fall mit dem Dache der Caserne zu Bourges, welches unter der Leitung des Genie-Capitains Herrn *Lemoine* nach der von Herrn *Belmas* beschriebenen Art [Fig. 16. obengenannte Tafel] bedeckt worden ist, und wobei man sich blofs Hülfe aus jener Stadt bedient hat. Dagegen, das mit grofsen Zinktafeln bedeckte Dach der Infanterie-Casernen zu Bourbon-Vendée hat gleich nach der Vollendung eine Menge rinnenförmiger Lecken bekommen, welche noch nicht weggeschafft sind, indem man sich zu dem einzigen Abhülfsmittel, der Umdeckung und Löthung der horizontalen Fugen, noch nicht hat entschliefsen wollen. Das Dach der Caserne zu Dôle, im Jahr 1833 mit grofsen, blofs in einander gerollten Zinktafeln bedeckt, ist von den Stürmen in den Jahren 1834 und 1835 gröfstentheils ab- oder doch aufgerissen worden, und die Zerstörung wäre noch gröfser geworden, wenn man die Zinkdecke nicht schnell mit grofsen Steinen belastet hätte. Seit dem December 1835, wo dieses Dach ganz umgedeckt ist und die früher befestigten Tafeln stärker angeheftet worden sind, hat es keinen ähnlichen Schaden erlitten; aber da das Gefälle nur ein Drittheil beträgt und die Tafeln in den horizontalen Fugen nur etwa 4 Zoll übereinander greifen, so dringt bei gewissen Richtungen des Windes das Wasser ein. Gleiches geschieht auch bei der Caserne zu Bourbon-Vendée, und es

wird dem Uebel nicht eher abgeholfen werden, als bis man die Fugen gelöthet haben wird; wie es Herr *Lemoine* auf der Caserne zu Bourges gethan hat.

Zufolge der Nachrichten, die wir uns über das Dach der Caserne zu Bourbon-Vendée durch den Bleidecker Herrn *Place* zu Paris verschafft haben, der das Dach gemacht hat, sollen die Schäden insbesondere durch die Brüche und Biegungen in den Coulissen-Fugen [obige Tafel Fig. 13.] entstanden sein, welche die Tafeln auf dem Transport von Paris nach Bourbon-Vendée erlitten hätten. In der That haben dergleichen Brüche ungeachtet aller Aufmerksamkeit des die Deckung beaufsichtigenden Officiers, da sie in der Zusammenrollung versteckt blieben, unbemerkt bleiben müssen. Es folgt daraus, dafs durchaus, so wie es zu Bourges, Rocroy und Cambrai geschehen ist, alle Formung des Zinks beim Decken nur an Ort und Stelle geschehen mufs; desgleichen, dafs die genaueste Aufsicht auf die Beschaffenheit und das Legen der Tafeln nothwendig ist, und besonders, dafs man nur den zuverlässigsten und nur geschickten Unternehmern und Arbeitern das Decken der Dächer anvertrauen darf. In diesem Punct scheint Herr *Renaudot*, der Unternehmer der beiden oben genannten gelungenen Dächer, welcher auch sonst zu Paris und in den Departements gute Zinkdächen verfertigt hat, besonderes Vertrauen zu verdienen.

Nach diesen vorläufigen Bemerkungen wollen wir nun das Folgende, in verschiedene Abschnitte getheilt, vortragen. In dem *ersten* Abschnitt werden wir die Beobachtungen und Erfahrungen mittheilen, welche wir über die beste Art der Zinkdächer aus *grofsen* Tafeln, theils selbst gemacht haben, theils von Andern uns haben verschaffen können. Der *zweite* Abschnitt wird von Zinkdecken aus *kleinen* Tafeln, Schiefer genannt, handeln. Im *dritten* Abschnitte soll untersucht werden, welches Gefälle, welches Dachgerüst und welche Art der Lüftung für die Zinkdächer am passendsten sein dürfte. Der *vierte* Abschnitt soll die Angaben und Details enthalten, welche nöthig sind, um, je nach der Oertlichkeit, die Kosten des Materials und der Arbeiten für die verschiedenen jetzt gebräuchlichen Arten der Bedeckung der Dächer mit Zink zu berechnen.

## Erster Abschnitt.

## Verschiedene Bedeckungs-Arten mit *grofsen* Zinktafeln.

Die in der obengedachten Abhandlung des Herrn *Belmas* beschriebenen drei Bedeckungs-Arten sind:

*Erstlich* die mit einfacher Verhakung, bestehend aus zwei gerollten und ineinander greifenden Wülsten an den Seiten der Tafeln. (Taf. I. Fig. 1. 4. und 5.)

*Zweitens* die mit doppelter Verhakung, oder mit zwei Wülsten an den Seiten der Tafeln, die von einem Hakendeckel umfafst werden. (Fig. 2. 6. und 7.)

*Drittens* die mit eisernen Klötzen oder Leisten, welche nach der Richtung des Gefälles, auf die Stöfse der Tafeln zutreffend, über die Verschalung genagelt sind und mit einer Haube von Zink bedekt werden, welche zugleich die an der Leiste emporgebogenen Ränder der Tafeln umfafst. (Fig. 3. und 9.)

Wir wollen über diese drei verschiedenen Bedeckungs-Arten, welche die einzigen jetzt zu Paris üblichen sind, einige auf die Ausführung und die Vorzüge der einen und der anderen Bezug habende Bemerkungen machen; wobei wir zugleich auf die Abhandlung des Herrn *Belmas* verweisen.

Für alle drei Arten mufs die Verschalung, aus *schmalen* Brettern von Pappeln- oder besser Fichtenholz bestehend, wenigstens 6,4 Linien dick sein, und die Sparren, auf welche sie genagelt ist, dürfen nicht weiter als 19 bis 25 Zoll von einander entfernt sein. [Was nemlich hier *Sparren* genannt wird, sind in den in Frankreich üblichen Fettendächer dünne Hölzer, die von den horizontal liegenden Fetten getragen werden, welche ihrerseits auf den Dachbindern ruhen. D. H.] Die Bretter der Verschalung müssen, wie beim Schieferdach, bis auf einen kleinen Zwischenraum zur Ausdehnung des Holzes, aneinanderstofsen und dürfen nicht über 4 bis 5 Zoll breit sein. Sind sie breiter, und liegen sie zu weit frei, so werfen sie sich leicht und verschieben dann die Wülste der Zinktafeln. Dieser Uebelstand zeigt sich insbesondere dann, wenn die Verschalung aus nicht ganz trockenem Tannen- oder Fichtenholz besteht. Sind die Fugen zwischen den Schalbrettern zu grofs, so senken sich bei ihrer Ausdehnung die Zinktafeln über den Fugen da, wo ihnen die Unter-

stützung fehlt, und bleiben alsdann krumm. Dieses zeigt sich wieder besonders dann, wenn der Abhang der Dachfläche sehr schwach ist und die Zinktafeln gelöthet sind. Aber am übelsten ist es, und die ganze Zinkdecke kann abgerissen werden, wenn der Sturm Zugang *unter* die Verschalung findet.

In der Regel wird zu Paris die Verschalung allzu schwach gemacht; und dieser Fehler war auch die Ursache der vielen Beschädigungen der Zinkdächer durch die Stürme im März und April 1836. Die meisten Verschalungen, zuweilen aus Kastanienholz, dauern kaum 6 bis 8 Jahre und sind nicht im Stande, die Nägel und Heftbleche festzuhalten. Das letztere ist noch weit mehr der Fall, wenn die Zinktafeln einen Estrich von Mörtel oder Gips zur Unterlage haben. Diese Unterlagen sollten bei den Militair-Gebäuden gänzlich vermieden werden. Wir werden weiter unten auf die Dachgerüste selbst kommen, deren Verband keinesweges gleichgültig ist. Zuerst mögen aber einige Bemerkungen über die drei verschiedenen Deckungs-Arten folgen.

Die *erste* Art, mit einfachen Wulsten an den Seiten, ohne Löthung, ist unstreitig die wohlfeilste von allen, und auch die älteste. Sie ist gegen den Regen von einer Seite dicht, da derselbe nur von der andern Seite Zutritt hat, die man aber von der Richtung der herrschenden Winde abzukehren sucht. Aber, obwohl am meisten zu Paris und in den Departements gebräuchlich, hat sie doch wesentliche Mängel. Der bedeutendste ist, dafs Schäden, in Folge deren das Wasser der Länge nach durch die Tafeln dringen kann, nicht zu bemerken und nicht anders zu verbessern sind, als dafs man die Tafeln einzeln aufnimmt; was denn kostbar ist und wobei viel Wulste verloren gehen.

Bei der *zweiten* Art, mit der doppelten Aufrollung und den übergreifenden Deckeln oder Hauben, ist dieser letzte Uebelstand geringer, weil man die Deckel der Länge nach von den Wulsten abziehen, also dieselben entblöfsen kann, um sie zu reinigen, auszubessern und nöthigenfalls zu löthen. Dieses Vortheils wegen zieht man diese zweite Art der ersten vor. Aber die Erfahrung hat gezeigt, dafs der Vortheil doch sehr zweifelhaft ist; denn wenn unten am Dach eine Rinne ist, so können die Deckel nicht anders als *nach oben hin* abgestreift werden, folglich nur nachdem die Forstbedeckung abgenommen worden ist, so dafs also alle Tafeln, bis oben zu, entblöfst werden müssen, um die Lecken zu entdecken,

die sich am meisten unten finden. Da nun aber die ungleiche Ausdehnung und Zusammenziehung des Metalls die Gestalt der Deckel häufig verändert, so ist das Abstreifen derselben öfters sehr schwierig; besonders wenn die Dachfläche so steil ist, dafs die Deckel festgenagelt oder angelöthet werden mufsten, um sie zu halten; wir haben mehrere solche Fälle gesehen.

Bei beiden Bedeckungs-Arten haben übrigens die Wulste noch den Nachtheil, dafs sie sich mit Schmutz und Staub anfüllen; wodurch der Abfluſs des Wassers gehemmt wird, welches durch die Capillarität oder durch die Wirkung des Windes in das Innere der Wulste gelangt ist. Daraus, und aus Verbiegungen wegen unrichtiger Lagerung und ungleicher Ausdehnung des Metalls, so wie aus Bewegungen des Dachgerüstes und der Verschalung, entstehen dann zuweilen Schäden, wegen welcher man alle Deckel abstreifen mufs.

Im Allgemeinen mufs der eiserne Stab, auf welchem man die Wulste an den Seiten der Tafeln formt, wenigstens 6 Linien im Durchmesser haben, und derjenige, welcher die Wulste der Deckel giebt, $\frac{1}{4}$ Linie mehr; welches letztere aber nicht immer beobachtet wird. Man giebt meistens den Wulsten an den Tafeln und an den Deckeln nur *gleich grofse* Durchmesser, und die Schwierigkeit, diese über jene zu biegen, macht dann, dafs die Deckelwulste öfters brechen, ohne dafs man es bemerkt. Durch ein conisches Eisen biegt man jetzt die Deckelwulste ein wenig auf, oder schlägt die Tafelwulste zusammen; oder man zackt die Ränder der Oeffnungen der einen oder der anderen aus, um die Tafeln leichter über einander gleiten zu machen. Da indessen der Deckelwulst auch die Heftbleche der Tafeln passiren mufs, so mufs er beim Ueberstreifen mehr oder weniger in seiner ganzen Länge sich öffnen, und brechen. Deshalb halten wir es für besser, dafs man zur Formung der Deckelwulste einen etwas stärkern Stab nehme, als zu den Tafelwulsten.

Die Wulste müssen übrigens beinahe *volle* Kreise bilden, wie in Taf. I. Fig. 4. und 7., damit eine vollständige Umklammerung entstehe und das in ihr Inneres gedrungene Wasser nicht bis zu den Fugen zwischen den beiden Wulsten gelangen könne. Die Wulste Fig. 8., wie man sie zuweilen der Ersparung wegen macht, scheinen uns gänzlich verwerflich.

Bei der *dritten* Art, mit hölzernen Leisten, wird der Deckel oder die Haube aus Zink blofs durch eiserne Holzschrauben festgehalten, deren

Köpfe durch einiges Loth, oder durch Klappen von Zink bedeckt werden, welche aufgelöthet sind, damit sie leicht abgenommen werden können, wenn es nöthig ist, den Deckel abzuheben, um die Bedeckung auszubessern.

Diese dritte, schon seit lange von dem Hause *Mosselmann* zu Paris befolgte Bedeckungsart, von welcher dieses Haus auch eine specielle Beschreibung bekannt gemacht hat, scheint uns besser zu sein, als die beiden vorigen Arten. Wir haben sie mit Erfolg bei den Dächern mehrerer Gebäude angewendet gesehen, z. B. bei den Schuppen und Werkstätten der General-Unternehmung der französischen Messagerien in der Strafse Stanislas zu Paris. Auch der Hauptmann *Lemoine* ist danach bei dem Dach der Caserne zu Bourges verfahren, und der Erfolg wird immer gut sein, wenn man es nicht an der nöthigen Sorgfalt bei den Arbeiten fehlen läfst.

Die hölzernen Leisten unter den Fugen sind gewöhnlich von Tannenholz und 1 Zoll breit und hoch. Die Breite derselben scheint uns aber aus den weiter unten folgenden Gründen zu gering zu sein und wenigstens $1\frac{1}{4}$ Zoll betragen zu müssen. Auch wäre es gut, wenn man die Leisten $1\frac{1}{4}$ Zoll statt 1 Zoll hoch machte. Sodann sollten sie aus recht trockenem eichenem Holze sein und auf die Verschalung durch starke eiserne Nägel, oder besser durch Holzschrauben mit versenkten Köpfen, höchstens 18 Zoll von einander entfernt, befestigt werden. Oben müssen die Ränder der Leisten etwas abgerundet werden, um für den Deckel von Zink besser zu passen. Die Dicke der Tafel zu den Hauben mufs wenigstens $5\frac{1}{2}$ Puncte sein. (No. 16. im Handel.) Der Deckel wird nach Fig. 9. seitwärts zurückgebogen und preſst so in Etwas die Enden der Decktafeln, damit der Wind sie nicht hebe. Die Ränder der Decktafeln werden längs der Leiste so hoch, dafs noch Raum zur Ausdehnung des Metalls bleibt, erwärmt in die Höhe gebogen, um zu verhindern, dafs das Wasser über die Ränder steige und in die Fugen dringe. Wegen der Haarröhrchenwirkung scheint uns die Anordnung Fig. 10. besser, als die Fig. 9., obgleich dazu etwas mehr Zink nöthig und die Biegung der Decktafeln und des Leistendeckels schwieriger ist. Das Biegen der erwärmten Tafeln sollte regelmäfsig auf eignen Chablonen geschehen. Auch wird man wohlthun, an Stellen, die sehr dem Angriff der Stürme ausgesetzt sind, unter die Köpfe der den Deckel festhaltenden Schrauben Heftbleche von starkem Zink zu legen, die ihn umfassen und ihn hindern, sich zu öffnen.

Es versteht sich von selbst, dafs die Haubentafeln, eben wie die Tafeln auf der Dachfläche, sich *überdecken* müssen, damit das Wasser nicht zurückstaue. Ein einzelner Nagel am unteren Ende ist hinreichend, den Deckel zu halten, wenn er kurz, nemlich nur so lang ist, als die Tafeln breit sind. Ist aber der Deckel lang, so sind zwei und drei Nägel nöthig; auf jede 2 F. einer. Der Erfahrung nach verursacht die Ausdehnung des Metalls hier nicht leicht schädliche Verbiegungen.

Das Ueberdecken der Tafeln auf der Dachfläche und in den Leistenhauben, in der Richtung des Abhanges des Daches, richtet sich nach der Stärke dieses Abhanges. Auf dem Dach des neuen Gebäudes am Quai d'Orsay zu Paris überdecken die Tafeln einander, wie weiter oben bemerkt, obgleich das Gefälle des Daches stark ist, um $6\frac{2}{3}$ Zoll; was denn aber viel Zink gekostet hat. Gewöhnlich läfst man die Tafeln nur $3\frac{3}{4}$ bis $4\frac{1}{4}$ Zoll einander überdecken, auf Dächern, die den vierten Theil ihrer Breite zu Höhe, also 1 auf 2 Gefälle haben. Es hat immer üble Folgen gehabt, wenn man auf Dächern von so schwachem Gefälle die Tafeln weniger sich überdecken liefs, und man hat öfters, damit das Wasser nicht durch die Fugen dringe, die Ränder der Tafeln längsaus festlöthen müssen; wie es bei Terrassen und Schirmdächern, die nur 1 auf 3, oder noch weniger Gefälle haben, *allezeit* nothwendig ist. Dann aber mufs auch, nach der Bemerkung des Herrn *Belmas,* dafür gesorgt sein, dafs die Enden der zusammengelötheten Tafeln, ungeachtet ihrer Befestigung auf die Verschalung, bei der Ausdehnung und Zusammenziehung des Metalls sich frei bewegen können.

Die Haarröhrchenwirkung hat man neuerdings durch eine Herunterbiegung des Randes der Tafeln (Fig. 13.), (coupe-larmes, Tropfenleiter genannt) theilweise gehoben. Auch oben biegt man zuweilen den Rand der Tafeln, aber umgekehrt, hinauf, statt hinunter; wie wir solches bei der Deckungsart mit *kleinen* Tafeln weiter sehen werden. Der Zweck dieser Biegungen, die $1\frac{1}{2}$ bis 2 Linien betragen, ist, die einander sich überdeckenden Tafeln von einander zu *entfernen*, damit nicht das Wasser zwischen ihnen in Folge der Haarröhrchenwirkung hinaufsteige; aber man sieht leicht, dafs die Haarröhrchenwirkung allein nicht das Wasser über die Ränder treibt, sondern dafs auch besonders der Wind die Leckenrinnen hervorbringt.

Bezeichnet man durch *H* die Höhe des freien Falles, welche der

Geschwindigkeit $V$ entspricht, mit welcher der Wind das Wasser, dem Abhange der Ueberdeckung entgegen, in die Höhe treibt, so beträgt, bekannten Sätzen und Erfahrungen zufolge, der Druck des Windes bei der gewöhnlichen Barometerhöhe $1{,}718\,H$ Kilogrammen. [Wir behalten hier das französische Maafs und Gewicht bei, da es nur auf die *Endresultate* der Rechnung ankommt. D. H.] Bezeichnet man ferner durch $h$ die verticale Höhe, auf welche das Wasser durch diesen Druck gehoben werden kann, so ist $1000.h = 1{,}718\,H$, also $h = 0{,}00172\,H = 0{,}000088\,V^2$. Die Geschwindigkeit der stärksten Stürme in unserm Clima, die schon Bäume entwurzeln, ist etwa 30 Meter ($95\frac{1}{2}$ F.) in der Secunde. Dieses würde für das Maximum von $h$ etwa $0{,}000088.900 = 0{,}079$ Meter geben. Aber man darf auf so heftige Stürme nicht rechnen, denen nichts mehr widersteht. Auch widersetzen sich zum Theil die Haarröhrchenwirkung und die Adhärenz dem Aufsteigen des Wassers in den Fugen. Desgleichen ist $V$ nur eine zerlegte und reducirte Geschwindigkeit, die sich mit dem Abhange und der Lage der Dachfläche ändert. Nach allem diesen dürfte 20 Meter ($63\frac{3}{4}$ F.) wohl schon die gröfste in Rechnung zu bringende Geschwindigkeit sein, und diese giebt $h = 0{,}035$ Meter oder etwa 15 Linien für die Höhe, auf welche der Sturm das Wasser senkrecht in die Höhe zu treiben vermag. Diesem gemäfs würde das Wasser auf einem Abhange von 1 auf 1 etwa 2 Zoll (Preufsisch), auf einem Abhange von 1 auf 2 etwa 3 Zoll, auf einem Abhange von 1 auf 4 etwa 6 Zoll, und auf einem Abhange von 1 auf 6 oder von 9 Gr. 28 M., etwa 8 Zoll in die Höhe getrieben werden.

Hiernach läfst sich einigermaafsen beurtheilen, in welchem Verhältnisse zu der Abnahme des Abhanges die Ueberdeckung der horizontalen Fugen zunehmen müsse; auch folgt daraus, für welchen Abhang es vortheilhafter zu werden anfängt, die Tafeln zusammenzulöthen, statt sie einander blofs überdecken zu lassen, um dann die Ueberdeckung auf $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll Breite vermindern zu können. Man könnte auch ähnliche Betrachtungen rücksichtlich der Seitenfugen der Tafeln anstellen, gegen welche der Wind das Wasser treibt, wenn er senkrecht auf diese Fugen oder parallel mit dem Forste hinstreicht. Hier aber, so scheint es, darf man, wegen der Leichtigkeit des Abflusses nach unten und wegen des Spielraums zwischen den Rändern der Tafeln und dem Deckel, annehmen, dafs das Wasser nicht über $13\frac{1}{2}$ Linien hoch werde hinaufgetrieben werden können; so dafs

also die Leisten über die Fugen etwa 16 Linien hoch nöthig sein würden; wofür man zur Sicherheit 1½ Zoll annehmen kann. Bei Zinkdecken mit Wulsten wird das Wasser, indem es sich an den cylindrischen Wänden der Wulste hinbewegen mufs, schnell die Geschwindigkeit, mit welcher es eindrang, verlieren und sich also, da es in den Wulsten, vorausgesetzt dafs sie nicht voll Staub sind, leicht abfliefsen kann, nicht sehr hoch erheben können.

Bei diesem Gegenstande kommen übrigens noch die Brüche der Tafeln, die Biegungen der Dachfläche und die verschiedene Menge des Wassers, welche an dieser oder jener Stelle des Dachs seinen Abflufs findet, in Betracht, weil alles dieses die Höhe des Aufsteigens in den Fugen modificirt. Es läfst sich indessen das Alles nur nach Erfahrungs-Ergebnissen beurtheilen. Die Zeit hat uns nicht gestattet, über die Haarröhrchenwirkung und über jene Modificationen directe Beobachtungen anzustellen. Dergleichen Beobachtungen werden Mittel an die Hand geben, den Gegenstand näher zu ermessen.

Die Menge der Beschädigungen der Zinkdächer im April 1836 hat gezeigt, dafs es vorzüglich nothwendig sei, Dächer, die nicht etwa im Schutz benachbarter Gebäude liegen, besonders gegen die Wirkung der *Stürme* sicher zu stellen. Es ist indessen sehr schwierig, eine starke Befestigung der Tafeln mit dem Spielraum zu vereinigen, den sie behalten müssen, um sich frei auszudehnen und zusammenzuziehen. Wir haben Gelegenheit gehabt, mehrere nach Art der einfachen Aufrollung, deren Befestigung Herr *Belmas* genau beschrieben hat, verfertigte Dachdecken von Zink zu sehen, die der Sturm, ungeachtet der Nägel und der Heftbleche von Zink, oben und unten und an den Wulsten, mit Gewalt von der Verschalung los- und heruntergerissen hatte. Zwar waren hier die Tafeln nicht einmal 4½ Puncte dick, also noch dünner als No. 14.; die eisernen Nägel mit schmalen Köpfen waren nicht ausgerissen; die oberen und unteren Heftbleche Fig. 1. und 13. und die Wulstheftbleche Fig. 1. und 5. waren zu klein und schwach: indessen ist es doch immer nothwendig, die Dachdecken gegen die heftigen Wirkungen des Sturms zu verwahren und die Ursachen der Schäden zu berücksichtigen. Zu bemerken war immer, dafs die Decken vorzüglich von unten nach oben hin, von den Rinnen und Ausgängen anfangend, und an der dem Sturm am meisten ausgesetzten Seite, abgerissen worden waren, obgleich man nicht versäumt

gehabt hatte, nach der Vorschrift des Herrn *Belmas* auf den Bord der Verschalung einen breiten Streifen von Zink No. 15. zu nageln, um daran die Heftbleche der ersten Tafeln zu befestigen. Der Wind war *unter* diese Tafeln gedrungen und hatte ihren unteren Rand gehoben. *Hier* ist also insbesondere eine starke Befestigung nöthig.

Bei mehreren Zinkdecken hat man zu dem Ende die Bordstreifen nach unten in einen Wulst zusammengebogen (Fig. 22.), der sie gegen den Sturm verstärkt; und aufserdem hat man auf das Gesimsbrett oder auf die Stirn der Sparren einen andern Streifen von starkem Zink genagelt, der oben ebenfalls in einen Wulst zusammengebogen ist, welcher in den Wulst des Bordstreifens eingreift.

Liegt unter dem Rande der Dachfläche eine Rinne aus Zink oder Blei, so mufs der Wulst des Bordstreifens unmittelbar in den Wulst der Rinne greifen, oder es mufs das Blei oder der Zink der Rinne nach Fig. 21. auf die Verschalung hinaufreichen, um daran unmittelbar die Tafeln der Dachdecke anzuheften. Auf ähnliche Weise mufs man offenbar bei den Kehlen an Mauern und bei dem Forst von Pultdächern verfahren, die sehr dem Sturme ausgesetzt sind; nemlich auf die Weise, wie es Fig. 25. und 26. vorstellen. Es wird aber hinreichend sein, wenn die Verstärkungswulste etwa 2 Zoll hoch emporstehen.

Im Allgemeinen wird es gut sein, bei der ersten und zweiten Art der Zinkdecken (Fig. 1. und 5. und 2. und 6.) mehr Nägel und Heftbleche anzuwenden, als es der Ersparung wegen gewöhnlich geschieht. Oben an den Tafeln werden 4 bis 5 Nägel mit breiten Köpfen und zwei Heftbleche für die 6füfsigen Wulste nicht zu viel sein: das eine Blech unten, das andre in der Mitte. Nägel von *Zink* sind zu schwach; die *verzinnten eisernen* Nägel zu glatt: am besten werden die nach der obengedachten *Sorel*schen Methode *verzinkten Nägel* sein. Die Heftbleche (Fig. 6.) müssen aus starkem Zink sein, 3 bis 4 Zoll und, auseinandergewickelt, 5 Zoll breit. Sie müssen mit 4 starken Nägeln auf die Verschalung angeheftet werden. Da, wo die Dachdecke ganz besonders dem Angriff des Sturms ausgesetzt ist, wird man wohlthun, zu den Heftblechen Kupfer oder verzinntes Eisen zu nehmen; was auch mehrere Dachdecker thun; aber die Bleche müssen dann nicht, übel angebrachter Ersparung wegen, zu schwach sein.

Bei der dritten Art der Zinkdecken, mit Leisten auf den Fugen,

sind die Heftbleche unnütz. Aber man löthet zuweilen an die langen Ränder der Tafeln starke Bleche von Zink, deren Vorsprung nach (Fig. 11.), mit dem nöthigen Spielraum, in die Rinne auf der Gegenseite der Leisten eingreift.

Den Heftblechen von Zink an den unteren Rändern der Tafeln mufs man wenigstens 3 Zoll Breite geben, und sie müssen aus der nemlichen Blech-Nummer genommen werden, aus welcher die Tafeln sind, vorausgesetzt, dafs die Nummer hoch genug ist. In gewissen Fällen werden zwei Bleche, eins auf jede horizontale Fuge und eins gegen die Mitte derselben, nicht zu viel sein; denn die Erfahrung lehrt, dafs der Wind öfters Kraft genug hat, die vordere Seite der Tafel zu heben und zu zerreifsen, wenn die Fuge durch die Ausdehnung und Biegung schon geöffnet ist; welchem Erfolge dann die Heftbleche nur noch geringen Widerstand entgegensetzen, sobald die Fuge schon eine gewisse Weite hat. Dieser letzte Umstand, verbunden mit dem Uebelstande, dafs das Wasser vom Winde durch die horizontalen Fugen getrieben wird, hat einige Dachdecker bewogen, die Ränder der Tafeln nach (Fig. 12.) in einander zu verhaken, nemlich um etwa 2 Zoll die eine über die andere zu biegen. Dieses Mittel, auf Kupferdächer angewendet, scheint aber nur für sehr schwache Gefälle angemessen zu sein. Denn *erstlich* erfordert es einen bedeutenden Zusatz an Metall und Arbeitslohn; *zweitens* veranlassen die scharfen Biegungen, wenn auch dabei das Metall erwärmt wird, leicht Brüche, die durch die Ausdehnung und Zusammenziehung nur vergröfsert werden; *drittens* hindern die Biegungen, wegen der Ungleichheit der Ausdehnung, das Gleiten der Tafeln über einander hin, der Länge nach, beinahe so, als wenn die Tafeln zusammengelöthet wären; *viertens* befördern sie die Haarröhrchenwirkung mehr, als sie sie schwächen, und *fünftens* kann das Wasser bei *a, a,* wo die Umbiegung plötzlich aufhört, um so eher nach der Verschalung hin durchdringen.

Statt der an die oberen Tafeln gelötheten Heftbleche, welche unter dem Kopf und den Nägeln der unteren Tafeln liegen (Fig. 13.), hat man öfters nach (Fig. 16.) zwei Haken angebracht, deren einer Arm, auf die Verschalung festgenagelt, an den Rändern der Tafeln durch ihre Ueberdeckung gehet, und deren anderer Arm sich um die obere Tafel biegt. Diese Haken scheinen uns aber noch weniger Sicherheit gegen den Wind zu gewähren, als die andere Befestigung. Sie lassen sich auch

nicht gut mit dem obengedachten Systeme der Biegung der Ränder oder den *Tropfenleitern* vereinigen; welche doch, während sie immer auf gewisse Weise das Wasser abhalten, in die Fugen zu dringen, den Tafeln mehr Steifigkeit geben und sie am Vibriren hindern.

In dieser Beziehung scheint es uns denn sogar auch wohlgethan, mit dem Umbiegen des unteren Randes der Tafeln noch weiter zu gehen, und die Tafeln, aber nur um einige Linien breit, nach (Fig. 14.) *ganz* umzubiegen, so, dafs ein vollständiger Wulst entsteht, der dann die Haarröhrchenwirkung bestimmt verhindern wird. Dieses bei dem Kupferdache der Getraidehalle zu Paris angewendete Mittel wird völlige Sicherheit gegen Stürme gewähren, wenn man den Wulst, mit Rücksicht auf den nöthigen Spielraum zur Dehnung der Tafeln, der Länge nach durch zwei oder drei kurze Heftbleche festhalten läfst, die von aufsen auf den oberen Rand der untern Decktafel festgelöthet sind; welche Bleche sich dann nöthigenfalls auch leicht erneuern lassen, und die, etwa 6 Puncte dick und 2 bis $2\frac{1}{2}$ Zoll breit, viel weniger kosten werden, als die Heftbleche von der gewöhnlichen Art. In einem später an das Comité der Befestigungs-Arbeiten von dem Ingenieur-Hauptmann *Curtet* gesendeten Bericht lesen wir zwar, dafs man bei dem Zinkdach der neuen Caserne zu Dôle, nach den ersten Beschädigungen, die dasselbe 1834 erlitten hatte, vergebens versucht habe, die Zinktafeln durch drei Heftbleche, wie die vorhin beschriebenen, festzuhalten: aber es ist zu erwägen, dafs dieses Dach nach der *ersten* Art gedeckt ist; dafs die Tafeln keine Heftbleche an den Seiten erhalten haben, und dafs sie nach oben blofs durch sechs schwache Nägel von Zink festgehalten wurden, welche durch die heftigen Vibrationen leicht ausgerissen werden konnten. Die Tafeln der zwischen benachbarten Gebäuden liegenden Dachdecke, wurden in ihrer Mitte in die Höhe getrieben; ihr unterer Rand zog sich unter den Haken weg und entglitt ihnen. Offenbar wird eine solche Beschädigung nicht mehr zu fürchten sein, wenn die Seitenwulste auf der Verschalung durch zwei breite Heftbleche festgehalten werden. Die zur Befestigung angewendeten Mittel haben in der Hinzufügung von ähnlichen Heftblechen und sechs starken eisernen umgenietheten Nägeln bestanden, die in länglichten Nagellöchern gleiten konnten und welche durch übergelöthete Hauben von Zink bedeckt wurden.

Man befestigt zuweilen die Tafeln auf die Verschalung durch vier

starke Heftbleche von Zink, die an den untern Rand der Tafeln angelöthet sind und sich nach (Fig. 15.) durch hinreichend weite, in der Verschalung angebrachte Oeffnungen unter dieselben hinunterbiegen. Diese bei dem Pallast am Quai d'Orsay angebrachte Befestigungs-Art hat aber mancherlei Uebelstände und beugt den zu befürchtenden Beschädigungen nicht vor.

Ist man wegen des geringen Abhanges der Dachfläche genöthigt, die horizontalen Fugen der Tafeln zu löthen, so sind für dieselben weitere Vorkehrungen nicht nöthig, und man begnügt sich gewöhnlich, jeden ganzen Streifen oben und unten stark anzuheften, mit Rücksicht auf den für die Dehnung des Metalls nöthigen Spielraum. Ist indessen die Verschalung nicht ohne Fugen, und ist zu fürchten, dafs der Zink durch den Druck der Luft, die unter das Dach gelangen kann, gehoben werde, so wird man wohlthun, in der Mitte, oder am untern Rande jeder Tafel, ein oder zwei Heftbleche von der vorhinbeschriebenen Art hinzuzufügen. Dieses Mittel scheint uns wohlfeiler und sicherer zu sein, als die Befestigung vermittelst Nägel mit breiten Köpfen, durch verlängerte Löcher gehend, und mit übergelötheten Hauben, wie sie Herr *Belmas* beschreibt, und die nur bei Terrassen gebräuchlich ist, welche von mehreren rundum zusammengelötheten Tafeln bedeckt wurden.

Um einen näheren Begriff von den Wirkungen zu geben, die der Druck und das Aufsaugen des Windes auf Dächern in Folge der besonderen Lage der Gebäude haben kann, haben wir in (Fig. 27.) ein Dach *ABC* vorgestellt, dessen eine Fläche *BC* im Angriff des Windes liegt. Hier werden oben, an der entgegengesetzten Seite *AC* des Daches, die Lufttheilchen durch die Ablenkung von ihrer Richtung zusammengedrückt. Nun ist durch Erfahrung und Theorie bekannt, dafs eine solche Zusammenpressung oder Ablenkung den äufsern Druck vermindert, so dafs auf der Fläche *CF*, von welcher die Luft abgelenkt wird, eine wirkliche *Aufsaugung* entsteht. Kommt nun zu derselben etwa noch eine Einblasung der Luft durch Dachluken *D* in der Fläche *CB* hinzu, so kann die Zinkdecke in der Fläche *CF* leicht aufgehoben werden, wenn sie nicht stark auf die Verschalung befestigt ist, und die letztere Zwischenräume hat. Wir haben Gelegenheit gehabt, einen solchen Fall zu sehen, der anfangs schwierig zu erklären schien. Aehnliche Fälle kommen vor, wenn ein Dach auf gewisse Weise theils durch benachbarte Gebäude geschützt, theils blofsgestellt ist.

Das beste Sicherungsmittel gegen Beschädigungen ist in solchen Fällen, die Zinktafeln nicht zu schwach und sie lieber über, als unter 4½ Puncte (No. 14. im Handel) dick sein zu lassen. Zu Paris sind sie oft zu schwach. Eben so würde es mehr Sicherheit gewähren, wenn man nur 24, und selbst nur 18 Zoll breite Tafeln nähme, statt der meistens gebräuchlichen 30 Zoll breiten Tafeln. Diese schmalen Tafeln, deren sich Herr *Rohault*, vormals *Talabot*, Unternehmer von Blei- und Zinkdecken zu Paris, Rue-blanche, bedient, verursachen allerdings mehr Kosten, sowohl für Arbeitslohn, als für Metall, letzteres wegen der mehreren Wulste: aber man wird dafür durch die gröfsere Sicherheit und Haltbarkeit der Dachdecken entschädigt.

Die Kehlen zwischen zusammenstofsenden Dachflächen müssen, wenn nicht mit Blei (was am besten sein würde), so doch mit stärkern Zinktafeln, von No. 16. oder 17., ausgelegt werden, die an den Enden zusammengelöthet und an den Rändern auf die Verschalung durch Nägel von Zink oder verzinntem Eisen befestigt werden, zwischen welchen die Heftbleche der untern Ränder der Dachtafeln hindurchreichen; wie es schon oben bei der gewöhnlichen Bedeckung der horizontalen Fugen beschrieben ist.

Die Forste und Grade müssen ebenfalls mit Tafeln No. 16. bedeckt werden. Dies kann auf verschiedene Weise geschehen. Wir wollen die zu Paris am meisten gebräuchlichen und die meiste Sicherheit gegen das Eindringen des Wassers gewährenden Arten beschreiben. Von der Dehnung des Metalls und von Windstöfsen ist hier weniger zu fürchten.

*Erste Art.* Man legt auf die Forste und Grade einen nach dem Winkel der beiden Dachflächen gebogenen Streifen Zink, der die Tafeln der Dachflächen eben so breit überdeckt, wie diese einander, also 4 bis 6 Zoll. Sehr oft ist dieser Streifen aus mehreren, an den Enden zusammengelötheten Stücken zusammengesetzt. Man schneidet ihn, wegen der transversalen Wulste, die in einiger Entfernung vom Forst aufhören müssen, ein, damit die Hauben auf die Fugen gelegt werden können. Der Raum zwischen den Enden der Wulste auf den beiden Dachflächen wird von den Seitenrändern der Dachtafeln bedeckt, die hier nicht gerollt sind, sondern in Form von Ohren einander überdecken. Aufserdem wird dieser Raum, und noch der Anfang der Wulste, durch eine kleine Haube von Zink bedeckt, welche festgelöthet und nach Erfordernifs durch Sei-

ten-Einschnitte dem Winkel des Dachforstes angepafst wird. Besser aber ist es, die Forstbedeckung aus mehreren Theilen zusammenzusetzen, die je von einem Wulst bis zum andern reichen, während ihre Enden sich unter die Wulste stecken und ein wenig aufgebogen werden. Uebrigens wird diese Förstung gegen die Mitte jeder Tafel durch ein oder zwei Löthungen und zuweilen durch doppelte Heftbleche *b, b* (Fig. 1. und 17.), die umgebogen auf die Verschalung angenagelt sind, befestigt. Das Letztere aber ist aus den schon oben angeführten Gründen wenig sicher, und dabei kostbar.

*Zweite Art.* Die oberen Ränder der Dachtafeln werden am Forst und an den Graden in Wulste gebogen (Fig. 2. und 18.) und, nach der zweiten Art der Dachdeckung, mit einer Haube bedeckt, welche die Wulste der Dachtafeln umfafst. Zuweilen werden auch die oberen Ränder der Dachtafeln mit einem Querstreifen *d d'* von Zink bedeckt, der oben einen Wulst für die Haube hat, unten aber umgebogen und auf den obern Rand der Dachtafel festgelöthet ist, die alsdann auf den Latten platt aufliegt; ohne Wulst, Nägel und Heftbleche. Diese Anordnung, welche uns Herr *Renaudot* mitgetheilt hat, ist in den Fällen gut anwendbar, wo wegen des geringen Gefälles des Daches die horizontalen Fugen gelöthet werden müssen; denn sie läfst den obern Rändern der Dachtafeln Spielraum zur Dehnung. Sie hat indessen einige Unbequemlichkeiten für die Anbringung der Fugenhauben, wenn die Dachfläche etwas grofs ist.

*Dritte Art.* Man kann die Dachtafeln über die Forste und Grade, erwärmt gebogen, hinweggehen lassen, ohne die Continuität anders als durch die Ausschnitte wegen der Quer-Wulste zu unterbrechen, welche hier, wie bei der ersten Deckungs-Art, in einiger Entfernung vom Forst aufhören müssen. Dieses sehr einfache und wohlfeile Verfahren ist indessen ohne Uebelstände da nicht anwendbar, wo die horizontalen Fugen gelöthet werden müssen, weil es dann an Spielraum für die Dehnung des Metalls fehlen würde.

*Vierte Art.* Man kann, besonders bei der dritten Art der Dachdeckung mit *grofsen* Tafeln, (nach Fig. 3. und 20.), auf den Forst und die Grade hölzerne Leisten legen, ähnlich denen über die Seitenfugen, aber ein wenig höher, und gegen welche dann diese in der Gierung anstofsen. Die Hauben dieser Forst- und Grade-Leisten, gegen welche

sich der obere Rand der Dachtafeln hinaufbiegt, werden eingeschnitten, um die Deckleisten der Dachfugen anstofsen zu lassen. Die Fugen der Einschnitte können, wie bei den beiden vorigen Arten, mit kleinen Hauben von Zink bedeckt werden, welche man löthet und mit Hülfe einiger angemessenen Scheerenschnitte biegt. Gewöhnlich aber löthet man, der Einfachheit wegen, die ganzen Fugen. Eine Uebersicht dieser Art der Bedeckung der Forste und Grade giebt Fig. 28.

Längs Mauern und Schornsteinen, wo sich das abfliefsende Wasser anhäufen könnte, müssen die Ränder der Dachtafeln so, wie es Herr *Belmas* beschreibt, um wenigstens 3 Zoll aufgebogen werden. Meistens begnügt man sich, den oberen Rand dieser Aufbiegung nach (Fig. 29. und 30.) durch eine vorspringende Bedeckung aus Gips oder Mörtel zu schirmen, an welche der Rand, schicklich gebogen, sich anlehnt. Besonders der *spitze* Winkel an einer Schornsteinwand, nach dem Forst zu, mufs gut verwahrt werden; und vorzüglich dann, wenn er vom Forst ziemlich entfernt ist, also viel Wasserzufluſs erhalten kann. Alsdann mufs, statt bloſs die Dachtafeln aufzubiegen, eine wirkliche Rinne gelegt werden, die aus einer breiten und starken Tafel von Zink, oder, besser, aus Blei oder verzinntem Blech gemacht wird und die das Wasser nach den Seiten ableitet, wie es in Fig. 29. und 30. im Grundrifs und Durchschnitt zu sehen ist. Wir verfolgen diese Details nicht weiter, da sie Bleideckern und Klempnern wohl bekannt sind; auf welche aber gleichwohl bei der Ausführung einer Dachdecke genau zu sehen nöthig ist.

Da die Dehnung des Zinks nach den Beobachtungen von *Lavoisier* und *Laplace* für die äufsersten Temperatur-Veränderungen in unserm Clima nur etwa 1 auf 666 der Länge beträgt, so würde es immer leicht sein, die nachtheiligen Wirkungen davon, selbst bei grofsen und ganz zusammengelötheten Zinkflächen, die bloſs an den Enden Spielraum haben dürfen, abzuwenden, wenn nur die Zusammenziehung und Dehnung des Metalls in allen Richtungen *gleich stark* wäre. Aber der Erfahrung nach ist dieses nicht der Fall, sondern die Tafeln *werfen* sich, werden *windschief,* und keinesweges bei abnehmender Wärme wieder eben. Sie behalten vielmehr Beulen; welches zeigt, dafs die Zusammenziehung geringer ist, als die erste Ausdehnung. Die Nachtheile dieses Umstandes könnten vermindert werden, wenn man die gewalzten Tafeln in schicklichen Kufen von neuem erhitzte, um ihnen die Ungleichheit der Spannung der

Theilchen zu nehmen, welche eine nothwendige Folge des Walzens ist. Es scheint in der That, dafs die Dehnung, eben wie die Zähigkeit der Tafeln, der Breite nach viel geringer sei, als der Länge nach, in der Richtung des Walzens. Anderseits scheint der Zink durch die abwechselnde Dehnung und Zusammenziehung, welcher er, der Luft ausgesetzt, unterworfen wird, eine Veränderung in der Contextur zu erleiden und eine gewisse Sprödigkeit und Härte anzunehmen, welche ihn zu weiterem, anderem Gebrauch untüchtig macht.

Wie dem aber auch sei, mufs man doch deshalb den zusammengelötheten Zink zur Bedeckung grofser Flächen, wie Terrassen, Kehlen etc. verwerfen. Solche Flächen müssen mit *Bleitafeln* bedeckt werden, und zwar vorzugsweise mit Tafeln, die, nach der neuen Art, auf Ebenen *gegossen* sind.

Endlich scheint es, ungeachtet der Versicherungen Mehrerer, gewifs, dafs es am besten sei, die Zinkdächer, eben wie die Bleidächer, in der Sonnenhitze zu machen; selbst wenn bei der Deckung für hinreichenden Spielraum zur Dehnung des Metalls gesorgt ist. Hierin stimmen die Unternehmer und Werkleute überein.

(Die Fortsetzung folgt.)

# 3.

# Uebersicht der Geschichte der Baukunst, mit Rücksicht auf die allgemeine Culturgeschichte.

(Vom Herrn Bau-Inspector *C. A. Rosenthal* zu Magdeburg.)

(Fortsetzung der Abhandlung No. 2. im 1sten, No. 6. im 2ten, No. 8. im 3ten Hefte 13ten, No. 1. im 1sten, No. 7. im 2ten, N. 8. im 3ten, No. 12. im 4ten Hefte 14ten, No. 1. im 1sten, No. 9. im 2ten, No. 11. im 3ten, No. 15. im 4ten Hefte 15ten und No. 10. im 3ten Hefte 16ten Bandes.)

## II. Die Römer.

### §. 101.

### *Allgemeine Verhältnisse.*

Die frühere Bauart der Römer haben wir zwar schon am Ende der ersten Periode, als dorthin gehörig, berührt: es bleibt uns indessen, obgleich wir es hier eigentlich nur mit dem im zweiten Jahrhundert vor Christo beginnenden griechisch-römischen Baustyl zu thun haben, zum richtigen Verständnifs noch Mehreres nachzuholen.

Mag man auch auf die Sagen von des Aeneas Flucht, von der Gründung Roms durch Romulus, von dem Raube der Sabinerinnen u. s. w. noch so wenig Gewicht legen, so bleibt doch jedenfalls die Thatsache übrig, dafs die Stamm-Eltern der Römer ein Häuflein kriegerischer Abentheurer waren, welche sich inmitten feindlich gesinnter Völker niederliefsen. Auf die Tapferkeit ihres Arms verwiesen, konnten sie und ihre Nachfolger nicht anders als durch das Schwert sich behaupten; sie mufsten nothwendig, zu ihrer Selbst-Erhaltung, ein eroberndes Volk werden, und die Eroberungen, einmal angefangen, immer weiter ausdehnen. So war mit der Gründung des anfangs so unbedeutenden Roms die künftige Weltherrschaft im Voraus schon mehr bedingt, als es bei gleichen Eigenschaften der Bewohner in einem gröfseren Staate vielleicht der Fall gewesen wäre, weil ein solcher sich leichter gegen seine Nachbaren behaupten konnte. Von selbst nun entwickeln sich aus diesen Verhältnissen sowohl die Vorzüge, als die Fehler des römischen Characters. Ausdauernde Tapferkeit: ein unbeugsam fester Sinn, selbst unter den härtesten Schlägen des Schicksals; denn bekannt ist die Maxime der Römer, nur als Sieger Frieden zu schliefsen, ein Grundsatz, welcher den römischen Geist deutlich ausspricht

und der allein schon die römische Weltherrschaft verbürgte: Klugheit: aufopfernde Hingebung für das allgemeine Wohl: Achtung für das Gesetz, die sich selbst in den häufigen Bürgerkriegen der älteren, ächten Römerzeit vielfach ausspricht: strenge, unpartheiische Befolgung desselben, selbst bis zur Unnatur; denn mehr als einmal verdammten Väter ihre eigenen, das Gesetz übertretenden Söhne zum Tode: Religiosität, in sofern sie aus der Furcht vor den unsichtbaren Mächten, welcher grade der tapfere Held am zugänglichsten ist, hervorgeht, einerseits: andererseits Aberglaube, namentlich der Glaube an Vorbedeutungen; Härte und Ungerechtigkeit gegen Andere; Stolz und Verachtung feinerer, geistiger Ausbildung. So dürfen wir uns denn über jenen gänzlichen Mangel an sanftem Schönheitsgefühl und an Kunstsinn, der den Römern vorgeworfen werden mufs, nicht wundern. Das Gedeihen, oder, was hier dasselbe war, der Wachsthum des Staates, mufste ihnen das einzige würdige Ziel ihres Strebens zu sein scheinen; was aber dann kein anderes, am wenigsten ein geistiges Interesse, neben sich duldete.

Bei dem allen möchte man nicht behaupten, dafs die Römer, wenn sie sich selbst überlassen geblieben wären, es niemals zu einem eigenthümlichen Baustyl würden gebracht haben. Sie würden vielleicht, auch unter günstigern Umständen, nur langsame Fortschritte darin gemacht und keinen hohen Standpunct erreicht haben: ein bestimmter Nationalcharacter aber konnte sich demungeachtet in ihren Bauwerken wohl entwickeln, sobald sie nur angefangen hätten, *selbst* zu bauen. Ja, wir können nicht einmal mit Gewifsheit behaupten, dafs die Bauwerke der Römer bis zum zweiten Jahrhundert vor Christo so ganz hetrurisch waren; vielmehr fühlt man sich, da man gestehen mufs, dafs der Bau mit *Rundbögen* und Mauern oder Pfeilern den römischen Geist sehr getreu ausspricht, und wenn man sich erinnert, dafs sich bei den Pelasgern, als den wahrscheinlichen Lehrern der Hetrurer in der Kunst zu wölben, eher der Spitzbogen als der Kreisbogen findet, fast geneigt, jene Bogenconstruction für eine wirklich eigene Production des römischen Geistes zu halten; mögen die Römer von den Herturern auch sonst noch so viel gelernt und angenommen haben.

Wie dem aber auch sein mag, so führte doch leider das Streben nach immer gröfserer Ausdehnung der Macht früh Entartung herbei, so dafs die Römer zu der Zeit, als ihre eigne Bildung hätte Wurzel fassen

können, oder eben Wurzel gefafst haben mochte, der römische Geist keineswegs mehr der ursprüngliche, sondern vielmehr, wenn auch Einzelne die alte Tugend noch bewahrten, im Allgemeinen schon verderbt und verweichlicht war, und es mithin auch keinen festen Character mehr gab, der sich in der Kunst hätte aussprechen können. Nun lernten aber die Römer die griechische Kunst näher kennen, deren blendender Glanz, obwohl damals schon bedeutend von seiner Höhe herabgekommen, doch wegen der darin vorherrschend gewordenen Eleganz und Zierlichkeit um so verführerischer war und jede eigene Cultur im Keime ersticken mufste. Vielleicht hätte man sich indessen, ohne jene Entartung des früheren festen und ehrenwerthen Characters, grade der *griechischen* Kunst erwehrt; denn es ist nicht zu bezweifeln, dafs die Römer schon frühzeitig mit den griechischen Colonieen Italiens (erwiesenermafsen mit dem griechischen Campanien) in Berührung kamen, ohne dafs sich davon eine Einwirkung der griechischen Kunst auf die römische verspüren liefse. Auf der andern Seite würde, wenn die Römer selbst ursprünglich mehr Kunstsinn gehabt hätten, die Verweichlichung des Characters ihrer Baukunst weniger geschadet, vielleicht sogar eine momentane Erhebung der eignen Ideen erregt haben: so aber beschränkten sich die aufgeklärteren Männer, wie die Scipionen, darauf, die griechischen Werke zu bewundern und griechische Bildung zu verbreiten, während die eifrigen Republicaner, wie z. B. der ebenfalls nicht ungebildete Cato, das hereinbrechende Verderben voraussehend, gegen die Einführung des Fremden erfolglos eiferten.

Zuerst fing man damit an, die eroberten griechischen Städte, erst in Grofsgriechenland und Sicilien, dann in Hellas selbst, ihrer Statuen und sonstigen leicht transportabeln Bildwerke zu berauben und die Heiligthümer Roms damit auszuschmücken; denn es war eine gewöhnliche Maxime der Römer, die Götterstatuen der eroberten Städte in Rom aufzustellen, in dem Wahne, sich die Zuneigung der Götter und den Besitz der Eroberung dadurch zu sichern. Wie weit die Römer damals in der Civilisation zurück waren, kann die Anekdote von *Mummius*, dem Zerstörer von Corinth (146. v. Chr.), beweisen, welcher die geplünderten Meisterwerke den Schiffern allen Ernstes mit der Drohung empfahl, dafs wenn die Kunstwerke verunglückten, sie andere machen lassen müfsten. Die Verpflanzung von Bildwerken nach Rom, und selbst ihre Nachbildung, würde aber noch eher von Einfluſs gewesen sein, weil die Gegenstände der Dar-

stellung, wenn man es oberflächlich nimmt, allen Völkern gemeinsam sind. Auch blieb man noch eine geraume Zeit hindurch in der Baukunst der alten Sitte getreu, und erst zu Sullas Zeit fing man an, davon abzuweichen. Man entnahm auch jetzt Säulen und andere einzelne Bestandtheile den griechischen Monumenten und flickte sie den römischen Bauwerken ein; und diese Abgeschmacktheit zeigt am besten, was von den Römern in der Kunst zu erwarten war. Später baute man aber dann selbst, nach der neuern Mode, und bediente sich dazu vorzugsweise, wie früher der hetrurischen, so jetzt der griechischen Baumeister; wenn gleich schon bei dem von Marius erbauten Tempel der Honos und Virtus ein römischer Baumeister Cassutius (oder C. Mutius) vorkommt. Uebrigens mochte das kostbare Material der griechischen Gebäude die Plünderer fast noch mehr anlocken, als die zierliche Form; denn es war nur mehr die, in Folge des aus den eroberten Provinzen in Rom zusammenfliefsenden beispiellosen Reichthums (man mufste an 10 Millionen Thaler besitzen, um für reich zu gelten) an die Stelle der frühern Einfachheit getretene Prachtliebe, welche den Uebergang zur griechischen Kunst hervorrief. Eine schnellere Veränderung des Styls der Bauwerke eines und desselben Volkes in einem so kurzen Zeitraum ist in der That nirgend anzutreffen. Früher hatte man nur von Ziegeln und Tufstein gebaut und die Gebäude mit Schindeln bedeckt: jetzt wurde der Marmor und anderes kostbare Material allgemein; erst bei den Tempeln, dann auch bei den Wohnhäusern; die Pracht und Ausdehnung der Bauten stieg nach und nach zu einer für die damalige Zeit und in Hinsicht auf die griechischen Vorbilder unglaublichen Höhe. Freilich, in Vergleich zu den Riesenwerken und Prachtbauten der ältesten Völker stehen die gröfsten römischen Bauten an Gröfse wie an Reichthum noch immer sehr zurück; aber wohl nur deshalb, weil Unternehmungen, wie sie die vereinigte Kraft eines Volkes auszuführen im Stande ist, da nicht mehr erreichbar sind, wo der Bau für baares Geld ausgeführt werden mufs.

Natürlich konnte nun die Nachahmung der Griechen, so sclavisch sie auch im Einzelnen war, nicht so weit gehen, dafs man das Alte ganz verlassen und die griechischen Muster blofs copirt hätte. Es wäre dies im Grunde ganz gut gewesen; aber einerseits gestatteten es die ausgedehnteren baulichen Bedürfnisse nicht, andererseits waren die Römer zu kunstarm, um einzusehen, dafs die Vermengung der widersprechenden

Elemente des hetrurischen und des griechischen Baustyls unzulässlich war. So benutzte man denn die griechische Architektur eigentlich nur zur Ausschmückung, während man die Construction der Gebäude nicht wesentlich änderte; man vereinigte die bisherige Rundbogen-Construction mit den Säulen, ohne zu bedenken, dafs dadurch die Wesenheit beider Baustyle verloren ging. Anders war es in den übrigen Künsten, welche gleichfalls von den Griechen entlehnt wurden. Theils hatte man, da das Bedürfnifs nicht dazu trieb, bis dahin wenig oder gar nichts darin gethan, und es war also auch kein Styl vorhanden, der mit dem griechischen vermischt werden konnte: theils macht sich in der Poesie, Bildhauerkunst und Malerei die Nationalität weit weniger geltend, als in der Baukunst. Freilich sind die Römer auch in diesen Künsten weit hinter ihren Vorbildern zurückgeblieben; aber man kann die Dicht- und Bildwerke der Römer an sich immer noch sehr lobenswerth finden, während man sich gezwungen sieht, ihre Baue, als Kunstwerke betrachtet, besonders was den Styl betrifft, völlig zu verdammen.

## §. 102.

## *Die Bauwissenschaft bei den Römern.*

Je bestimmter wir den Anspruch der Römer auf einen hohen Standpunct in der Ausübung der Baukunst zurückweisen: um so lieber lassen wir ihnen anderweit Gerechtigkeit wiederfahren. In der That gebührt ihnen wegen Ausbildung der *Bauwissenschaft* ein nicht geringes Lob, namentlich:

1) In der Construction;
2) In der Einrichtung der Gedäude in Hinsicht auf Bequemlichkeit und Zweckmäfsigkeit;
3) Im Strafsen- und Wasserbau, und
4) Im Maschinenbau.

Wäre von den Bauwerken der Römer auch nichts weiter auf uns gekommen, als ihre zum Theil grofsartigen *Gewölbe*, so würden diese schon allein die gröfste Beachtung verdienen. Mögen auch, wie es die allgemeine Meinung ist, und wie auch wir es als wahrscheinlich angenommen haben, die Hetrurer die eigentlichen Erfinder der Gewölbe sein, so ist doch nicht zu läugnen, dafs die Römer, und zwar auch die späteren Römer, mit welchen wir es hier zu thun haben, jene Construction wesentlich

vervollkommneten. Die Form, welche die Römer ihren Gewölben gaben, ist der Halbkreis; daher ihre Tonnen- und Kugelgewölbe; in der spätesten Zeit kamen auch Kreuz- oder Klostergewölbe vor, welche aus der Durchkreuzung zweier Tonnengewölbe auf ganz practischem Wege entstanden sein mögen; während jedoch das eigentliche Kreuzgewölbe in seiner Eigenthümlichkeit ein Erzeugnifs des Mittelalters ist. Welche von jenen beiden Wölbformen zuerst aufgekommen sein mag, ist gleichgültig; wir haben bei den Pelasgern gesehen, dafs sich die eine wie die andre Art aus dem Bau der Schatzhäuser gleich einfach ableiten läfst. Anfänglich überwölbte man unstreitig nur schmale Gänge und kleine Räume; und zwar mit Quadern. Erst nachdem man gelernt hatte, die Wölbung möglichst dünn und leicht herzustellen, mochte man auf mäfsig starken Widerlagen auch weit gespannte Bogen auszuführen wagen. Wie richtig die Römer einsahen, worauf es hier ankam, und wie sinnreich sie darin waren, mögen uns auch die zur Verminderung der Last in die Gewölbe eingemauerten Töpfe beweisen. Auch die Erfindung der Gufsgewölbe ist den Römern zuzuschreiben; und diese erregen besonders deshalb Aufmerksamkeit, weil solche Gewölbe die Form festhalten, während sie im constructionellen Princip ganz abweichen, indem nicht mehr, wie früher, die Keilform der Steine und ihr Gewicht, sondern die Cohäsion des Mörtels das Gewölbe trägt, und es nun keiner starken Widerlagsmauern mehr bedarf.

Die Gufsgewölbe führen uns auf die Anwendung des *Mörtels,* welchen das frühere Alterthum, einschliefslich der Griechen, entweder gar nicht, oder doch nur unvollkommen kannte. Bei den Römern finden wir die Kenntnifs von den Eigenschaften und der sorgfältigsten Zubereitung des Mörtels vollständig ausgebildet; sie wendeten ihn zu Mauern, zu Gewölben, zum Putzen, und selbst zu Wasserwerken an. Früher hatte man fast nur mit Quadern bauen können: mit Hülfe des Mörtels liefsen sich auch aus kleinen, unregelmäfsigen Steinen dauerhafte Mauern, ohne übermäfsig dick sein zu dürfen, aufführen, und wir lernen aus *Vitruv,* dafs die Römer verschiedene Arten solcher Mauern, worunter auch Füllmauern, oder solche waren, die auf beiden Seiten glatt gemauert und in der Mitte mit einem Gemenge von kleinen Steinen und Mörtel ausgefüllt wurden, kannten; nicht minder lehrt er uns, welchen saubern und dauerhaften Putz die Römer zu machen verstanden. Zu den letzten Ueber-

zügen, deren im Ganzen sechs waren, bedienten sie sich des Marmorstaubes; während zum Wassermörtel die Puzzolan-Erde sich darbot.

Die Römer waren ferner sehr vorsichtig bei der *Fundamentirung* ihrer Gebäude. Sie kannten die Gründung auf Rosten und unter Wasser in Senkkasten. Auch in der *Zimmerkunst* können sie nicht unerfahren gewesen sein; wenigstens waren ihnen Hänge- und Sprenge-Werke und ähnliche complicirte Zusammensetzungen geläufig. Hier begegnet uns aber, sobald wir einen Seitenblick auf die *Kunst* werfen, auch sogleich wieder ein Mifsbrauch. *Vitruv* (VII, 3.) will uns nemlich die Verfertigung von Gewölben lehren: aber ohne doch von wirklichen steinernen Wölbungen auch nur ein Wort zu sagen, lehrt er nur, wie man aus Latten und Rohr eine runde Decke verfertigen und sie putzen könne; und zwar von so leichter, ja leichtfertiger Construction, wie wir es jetzt nicht einmal wagen würden. Mag *Vitruv,* obgleich er unstreitig rücksichtlich der *römischen* Baukunst Glauben verdient, auch für seine Zeit kein grofser Baumeister gewesen sein, so läfst sich doch das damalige Vorhandensein solcher Schein-Gewölbe wohl nicht läugnen; die wahre Kunst aber scheut Täuschungen; jedenfalls können solche Constructionen nur da aufkommen, wo der Scharfsinn gröfser als der Kunstsinn ist; und die einzige Entschuldigung, welche man dabei könnte gelten lassen, die der Armuth, pafst auf die Römer nicht. Denn, um beispielsweise zu zeigen, wie kostbar und umständlich sie auch bei untergeordneten Dingen verfuhren, mag nur der Lehre *Vitruvs* für die Legung der Fufsböden in den obern Stockwerken gedacht werden, da sie zugleich über die practische Tüchtigkeit ihres Bauens Auskunft giebt. Statt dafs wir einen blofsen Brettboden legen, wurde in Rom zuvörderst gedielt, wobei *Vitruv* nicht vergifst, darauf aufmerksam zu machen, dafs eine etwaige Mauer unter dem Fufsboden nicht ganz bis unmittelbar unter die Bretter greifen müsse, damit beim Zusammentrocknen der Balken keine Risse entstehen. Darauf, um die ätzende Wirkung des Kalks auf das Holz abzuhalten, wurde Farrnkraut oder Heu gestreut: hierauf kam eine Unterlage von kleinen Steinen; dann wurde ein Gemengsel von Ziegelschutt und Kalk darauf ausgebreitet, und dieses wurde vorsichtig und fest, bis zu Dreiviertheil der anfänglichen Höhe zusammengestampft; hierauf kam noch eine feinere Lage von Ziegelmehl und Kalk, und dann das Pflaster von Platten, welches abgerieben, geschliffen und polirt wurde (*Vit.* VII, 1.). Dieses Pflaster, aus vier- oder

vieleckigen Marmorstücken, oft als Mosaik, war allein so kostbar, dafs wir jetzt kaum von der Ausführbarkeit einen Begriff haben.

Um von der bequemen und zweckmäfsigen Einrichtung der römischen Gebäude eine sehr vortheilhafte Meinung zu bekommen, braucht man nur die Beschreibung des *Plinius* von seinem Laurentischen und Tuscischen Landsitze und die des Varro von seinem bei Casinum gelegenen Landgute zu lesen. Es ist hier für Alles gesorgt, was bei der damaligen Lebensweise annehmlich sein konnte; und doch dürfen wir noch wohl voraussetzen, dafs die Palläste und Landgüter der Könige, wie an Gröfse, so an Bequemlichkeit, jene Gebäude noch weit übertroffen haben. Aber auch hier wieder wird man auf Geschmacklosigkeit aufmerksam, wenn z. B. *Plinius* unter den Schönheiten seiner tuscischen Villa auch eines Rasenplatzes erwähnt, auf welchem allerlei Thiere, die sich gegenseitig ansehen, in Buchsbaum ausgeschnitten und nachgebildet waren.

Wie die Landhäuser, so hatten auch die Wohnungen und die Badehäuser alle nur mögliche Bequemlichkeiten; wie es ihre weiter unten folgende Beschreibung ergeben wird. Auch die öffentlichen Gebäude, obwohl bei denselben die Aufgabe einfacher war, sind stets zweckmäfsig eingerichtet.

Im Zusammenhange mit den Haupt-Entwurf und der Einrichtung der Gebäude steht die Gestaltung der Massen. Diese machte bei den römischen Bauwerken, so viel wir beurtheilen können, eine angenehme Wirkung. Das Ganze war nicht, wie die Tempel, und wie vielleicht die mehrsten eigentlichen Gebäude der Griechen, in ein Parallelepipedum eingeschlossen, sondern es theilten sich bei den ausgedehnteren Anlagen, namentlich bei den Villen, Thermen u. s. w. einzelne Gebäudetheile ab, hoben sich thurmartig oder als Kuppel hervor, und das Ganze hatte eine architektonische Gruppirung, welche dadurch, dafs sich auf diese Weise die innere Einrichtung und Bestimmung des Bauwerks aussprach, Anspruch auf Schönheit machen durfte. Diese lobenswerthe Anordnung, welche sich, in solchem Grade wenigstens, mit dem Grundprincip der griechischen Baukunst nicht vertragen haben würde, mit dem Principe der alten hetrurisch-römischen Baukunst aber sehr wohl harmonirte, trägt wesentlich zur architektonischen Schönheit bei, macht es aber um so mehr bedauerlich, dafs die Römer von ihrem frühern Baustyl abwichen, weil nun der Widerspruch zwischen der Hauptform und dem Styl um so schärfer hervor

trat. Warlich! wenn man bedenkt, wie wahr und schön sich der römische Character und zugleich das südliche Clima in den kräftig getheilten scharfkantigen Massen, den kühnen Bogen und Kuppeln, den reichen Gesimsen und dem Arabeskenschmuck, welchen die glatten Wände gestatteten, in der flachen Bedachung und den offenen Bogenhallen, ohne die fremdartigen *Säulen* hätte aussprechen können, so mufs man es bedauern, dafs die Römer mit der griechischen Kunst bekannt wurden. Erst aus einem höheren Standpunct kann man sich mit der Thatsache aussöhnen.

Mehr noch als die eigentlichen Gebäude ziehen, vom Standpunct der *Wissenschaft* aus betrachtet, die römischen Strafsen, Wasserleitungen, Brücken, Cloaken, Hafenbaue u. s. w., unsere Aufmerksamkeit auf sich. In diesen nützlichen Unternehmungen bewährt sich deutlich der tüchtige, practische Sinn der Römer, und es war unstreitig nur zu billigen, dafs sie dabei noch weniger die bedeutendsten Opfer scheuten, als bei den Prachtbauten. Da es unbillig sein würde, diese Bauwerke, in welchen die Römer excellirten, ganz zu übergehen, sie aber gleichwohl der Kunst nicht angehören, mithin da, wo wir die einzelnen Gebäudegattungen betrachten werden, von ihnen nicht weiter die Rede sein wird, so dürfte es nicht unpassend sein, hier im Vorübergehn einen Blick auf sie zu werfen.

Die *Heerstrafsen* waren in der Regel mit hartem Basalt gepflastert; die Fufssteige waren theilweise mit Quadern aus weicheren Steinen belegt; auch waren Meilenzeiger und Sitzbänke angebracht.

Die *Cloaken* waren unterirdische Canäle zum Abflufs des Wassers aus den Strafsen. Die erste Anlage derselben gehört der frühesten Zeit an (S. §. 42.); jedoch erforderte natürlich der bedeutende Wachsthum der Stadt auch eine Vermehrung der Cloaken. Ausgezeichnet ist die Cloaca maxima, welche grade dem ältern Theile der Stadt angehört; es ist noch eine bedeutende Strecke davon vorhanden. Sie besteht in einem mit Quadern und Peperino überwölbten und an den Mündungen mit Travertin eingefafsten 20 F. breiten Canal, der dabei eine solche Höhe gehabt haben soll, dafs ein Wagen mit Heu beladen hindurchfahren konnte. Die neuern Cloaken, unter dem Censor M. P. Cato und unter Augustus erbaut, sind ähnlich construirt und mit Aventinstein überwölbt. *Hirt* *) vermuthet,

*) Gesch. d. Bk. Th. II. S. 189.

dafs auch das, was noch von dem grofsen Canale vorhanden ist, ebenfalls einer späteren Restauration angehören dürfte, weil die ausgebildete Wölbkunst noch nicht erfunden gewesen sei, auch die Römer so früh den Travertin nicht angewendet hätten. Da der Travertin aber nur an der Mündung vorkommt, welche sehr wahrscheinlich eher als der Canal selbst einer Erneurung bedurfte, und die von *Seneca* mitgetheilte Nachricht des Posidonius, welcher die Erfindung des Steinschnitts und des Wölbens dem Griechen Democritos von Abdera († 404 v. Chr.) zuschreibt, und auf welche sich *Hirt* hierbei stützt, ganz unwahrscheinlich ist, so ist die vollständige spätere Erneurung sehr zu bezweifeln. Schwerlich hätten die Alten eine so bedeutende Unternehmung in ihren Nachrichten übersehen.

Die *Wasserleitungen* dienten dazu, Rom Trinkwasser zuzuführen. Die erste war die Aqua Appia, vom Censor Appius Claudius (312 v. Chr.) erbaut. Hierauf folgte Anio vetus (272), von Peperino-Quadern erbaut und innen mit einem wasserdichten Mörtel überzogen. Die Aqua Marcia (144) war 303 552 Fufs lang, wovon 37 215 Fufs über der Erde, theils auf Unterbauen, theils auf brückenartigen Bogenstellungen ruhten, das übrige unterirdisch war. 105 v. Chr. ward die Aqua Tepula, dann 33 v. Chr. die Aqua Julia von M. Aggrippa angelegt. In der Nähe der Stadt vereinigten sich die Aqua Marcia, Tepula und Julia und waren, eine über der andern, auf gemeinschaftlichen Bogen weiter geführt. Später baute Augustus die Aqua Asseatina, auch Augusta genannt; welche aber des schlechten Wassers wegen ursprünglich nur zum Füllen der Naumachie, später zum Bewässern gebraucht wurde. 19 v. Chr. baute Agrippa die Aqua virgo, welche noch vorhanden und wirksam ist. Die letzten und prachtvollsten Wasserleitungen vollendete Claudius, nachdem sie Caligula angefangen hatte; nemlich die Aqua Claudia und die Anio nova; sie wurden 51 v. Chr. geweiht. Die Claudia war 46 Meilen (zu 2500 Fufs), die Anio nova 293 500 Fufs (nach der Inschrift 62 Meilen lang). Nahe bei der Stadt waren beide 7 Meilen lang auf einer gemeinschaftlichen Bogenleitung fortgeführt, welche sich zum Theil 109 Fufs hoch erhob und von welcher noch viele Reste vorhanden sind.

Aufser den beiden von Aggrippa erbauten Wasserleitungen verschönerte derselbe die Stadt mit 700 Brunnen, 120 Springbrunnen und 130 Wassercastellen, welche prachtvoll mit erzenen und marmornen Statuen und marmornen Säulen verziert wurden.

Auch die *Brücken* der Römer, von welchen noch mehrere existiren, und unter welchen sich die zu Norni und die 200 Fufs lange Brücke zu Rimini nächst andern auszeichnen, waren tüchtig construirt. Sie sind aus Quadern gebaut, mit nahestehenden Pfeilern und halbkreisförmigen Bogen, stehen aber, was wir nicht unerwähnt lassen dürfen, an Schönheit wie an Zweckmäfsigkeit den kühnen, weit gespannten Brücken der neuern Zeit, namentlich den Perronnetschen in Frankreich, bei weitem nach. Auch hölzerne Brücken kannten die Römer, von der Art, wie sie Julius Cäsar über den Rhein schlagen liefs und schon in der ältesten Zeit Ancus Marcius eine über die Tiber gebaut hatte (§. 42.). Als ein Beispiel der Verschwendung mag die von Caligula errichtete Schiffbrücke über den Meerbusen von Bajä genannt werden. Sie war 18 000 Fufs lang und ganz mit einem Erddamm überschüttet; es waren mehrere Herbergen darauf; und Alles das nur zur momentanen Benutzung bei einem Triumphzuge: freilich war aber auch Caligula von allen Kaisern der ausschweifendste und wildeste. Der aufserordentlichste römische Brückenbau endlich ist die vom Kaiser Trajan über die Donau geschlagene Brücke. Sie bestand aus 20 Quaderpfeilern von 60 Fufs dick und ohne den Grundbau 150 F. hoch. Die Oeffnungen zwischen den Pfeilern waren 170 Fufs weit und mit hölzernen Bogen (Strebewerken) überdeckt. Es scheinen indefs diese Angaben etwas übertrieben zu sein.

Als sonstige bedeutende Wasserbaue verdienen unter andern genannt zu werden: die Werke zum Ablassen des Albanischen Sees (395 v. Chr.), mit einem unterirdischen Canal von 7500 Fufs lang, 5 Fufs breit und 7 bis 8 Fufs hoch; diejenigen zum Ablassen des Sees Velinus, und diejenigen zum Austrocknen der Pontinischen Sümpfe; welche Arbeiten Julius Cäsar entwarf, Octavian aber, wenn auch nur zum Theil nach der ersten Idee, ausführte, nachdem schon 312 v. Chr. der Censor App. Claudius eine Heerstrafse mitten durch die Sümpfe gebaut hatte. Bedeutend war das Unternehmen des Claudius, den Fucinischen See abzulassen. Es sollen daran 30 000 Menschen 11 Jahre fortwährend gearbeitet haben. Auch der Hafenbau von Ostia, ebenfalls von Claudius unternommen, ist zu bemerken. Das Becken des Hafens wurde ganz im Lande ausgegraben und dann mit dem Meere verbunden, nachdem man früher (37 v. Chr.) mit lobenswerther Umsicht, um bei Bajä einen Hafen zu bilden, zwei Landseen mit dem Meere in Verbindung gebracht hatte.

Von Maschinen waren den Alten zu Vitruvs Zeit bereits die Flaschenzüge, die Wasserschnecken, Wassermühlen, Pumpenwerke mit Windkesseln, die Wasser-Uhren und Wasser-Orgeln (letztere drei von den Griechen erfunden) bekannt. Bei der künftigen Erwähnung der drehbaren Theater des Curio wird sich aufserdem zeigen, dafs die Kenntnisse der Römer in der Mechanik nicht gering sein konnten.

## §. 103.

## *Die wichtigsten Bauwerke bis zu Augustus.*

Zur Grundlage unserer weitern Betrachtungen möge jetzt eine kurze Beschreibung der wichtigeren Bauwerke der Römer nach den Nachrichten der Alten folgen; jedoch mit Uebergehung der blofs wissenschaftlichen Bauwerke und aller derjenigen Baue, von welchen uns nur die Namen überliefert worden sind; und zwar so, wie sie *Hirt* in seiner Geschichte der Baukunst sehr speciell liefert. Auch werden wir uns, um nicht zu weitläuftig zu werden, vorzugsweise auf Rom und Mittel-Italien beschränken.

Der ersten ärmlichen Bauten ist bereits §. 42. gedacht. Rücksichtlich ihrer wollen wir nur nachholen, dafs auch die erste Anlage des Circus maximus dem Tarquinius d. Aelt. angehört, welcher auch das Forum mit Buden umgeben liefs. Unstreitig war der Circus, obwohl schon mit Sitzen versehen, noch kein eigentliches Gebäude. Erst 329 v. Chr. wurden die Carceres darauf errichtet.

Der im Jahr 486 v. Chr. vom Consul Spurius Cassius geweihete Tempel des Ceres war nach *Vitruv* nach der toscanischen Ordnung gebaut, und hatte wahrscheinlich, gleich dem capitolinischen Tempel, drei Hallen. Was ihn merkwürdig macht, ist, dafs (nach *Varro*) für diesen Tempel zuerst griechische Künstler, jedoch nicht Baumeister, sondern Plastiker und Maler, nach Rom gerufen wurden, um ihn auszuschmücken. Diese Künstler hiefsen Damophilos und Gorgasus. Die Nachricht stützt sich auf die im Tempel angebracht gewesenen Inschriften; sie darf also nicht bezweifelt werden; wiewohl die Sitte erst weit später allgemein wurde. In dem (205) von M. Marcellus geweiheten Tempel der Virtus und Honos wurden zuerst geraubte griechische Bildsäulen aufgestellt.

Bei der Herstellung der Hallen um den capitolinischen Tempel, welche der Censor Aemilius besorgte, ist vom Ueberziehen und Glätten der Säulen die Rede.

147 v. Chr. baute der Censor Flaccus einen Tempel der Fortuna equestris, welcher der prächtigste der damaligen Zeit in Rom werden sollte. Der Erbauer liefs dazu die Marmorziegel vom Tempel der Juno auf dem lacinischen Vorgebirge nehmen, von welchen jedoch (ein Beweis, dafs man damals nur noch klein bauete) die Hälfte schon hingereicht haben würde. Für diesesmal untersagte jedoch der Senat den Raub noch und liefs die Ziegel zurückbringen.

Um 130 v. Chr. beginnt der prachtvollere Bau mit Marmor, aus welchem zuerst Metellus Macedonicus die beiden Tempel des Jupiter stator und der Juno errichten liefs. An diesen Tempeln, von welchen noch Ueberreste vorhanden sind, arbeiteten die griechischen Baumeister Batrachos und Sauros; vor den Tempeln standen 25 Reiterstatuen, Werke des Lysipp.

Der erste römische Baumeister Cossutius oder C. Mutius kommt bei dem 101 v. Chr. von C. Marius erbauten Tempel der Honos und Virtus vor.

Sulla errichtete den Tempel der capitolinischen Gottheiten, welcher 83 v. Chr. abgebrannt war, wieder, und benutzte dazu die an die Seite gelegten Säulen vom Tempel des Olympischen Jupiters zu Athen, von Pisistratos. Der Unterbau hatte 800 Fufs im Umfange; der Tempel hatte drei Zellen nebeneinander, und vorn drei, an den Seiten zwei Säulenreihen: er war also ein Dipteros, wenn gleich auch hinten ein Porticus war. Nach Vorschrift der Zeichendeuter mufste auf den alten Fundamenten gebaut werden; woraus aber nicht zu folgern ist, dafs der alte Tempel schon eben so grofs gewesen wäre; nur die Zellenmauern mochten auf den alten Fundamenten stehen; die doppelten Portiken kamen unstreitig jetzt erst hinzu; wodurch denn die Gröfse mochte verdoppelt bis verdreifacht werden. Weniger noch konnten der alte und der neue Tempel im Styl und in der Pracht einander ähnlich sehn. Hätte sich, wie *Hirt* annimmt, das Verbot der Aenderung des Alten auch auf die Höhenverhältnisse ausgedehnt, so müfsten die griechischen Säulen eine sehr sonderbare Wirkung gemacht haben. Wahrscheinlich nahm man es hier so genau nicht. Catulus liefs (eine bis dahin in Rom noch nie gesehene Pracht) die erzenen Ziegel vergolden. In dem Tempel der Fortuna praeneste ward von Sulla der erste Mosaik-Fufsboden gelegt.

*Basiliken* hatte Rom früher nicht gehabt. Die erste Basilica er-

baute M. Portius Cato, 184 v. Chr. Bald aber entstanden deren sieben, von welchen die prachtvollste die Basilica Pauli war (54 v. Chr.), mit Säulen aus phrygischem Marmor. Die Curia des Pompejus ist dadurch merkwürdig geworden, dafs Julius Cäsar hier ermordet ward.

Den Anfang der römischen *Schauspiele* machten die Geberden und Sprünge der Histrionen, welche man zur Sühne der Götter bei lange anhaltender Pest 361 v. Chr. von Heterien herbeirief. Hieraus entwickelte sich die Satyra, welche (240) Livius Andronicus in eine zusammenhängende Erzählung brachte. Die ersten eigentlichen Schauspiele (Megalesiae) wurden 191 bei der Weihe des Tempels der Magna Mater gefeiert; doch sah man ihnen noch im Freien, stehend zu, und es war blofs eine hölzerne Bühne vorhanden.

Das erste Theater mit Sitzbänken mag das von Lepidus erbaute gewesen sein; doch ward 155 v. Chr. ein von Cassius errichtetes Theater wieder eingerissen und es wurde, eingedenk der alten Sittenstrenge, verordnet, dafs künftig alle Zuschauer *stehen* sollten: eine Verordnung, die nicht lange aufrecht erhalten werden konnte. Bald griff auch hier die Pracht um sich; Catulus spannte über dem Theater 78 v. Chr. purpurne Tücher aus; später nahm man dazu feine Leinewand; die Wände der Bühne wurden von Catulus mit Elfenbein, von C. Antonius und Lentulus Spinter mit Silberblech, von Petrejus mit Goldblech überzogen.

Das hölzerne Theater des M. Scaurus, obwohl es nur einen Monat benutzt werden sollte, war fest und solide gebaut, und fafste nicht weniger als 80 000 Zuschauer. Die Bühnenwand war mit 360 marmornen Säulen, in drei Reihen übereinander, geziert, die unterste 38 Fufs hoch; die Wände dazwischen waren unten mit Marmor, im zweiten Stock mit Glas-Mosaik, im obern mit Goldtafeln bekleidet. 3000 erzene Bildsäulen waren aufgestellt. Nicht minder prachtvoll waren die Teppiche und Gemälde.

Bald darauf baute C. Curio zwei Theater, mit den runden Rücken gegeneinander stofsend; nach beendetem Schauspiel wurden die Querwände und Hölzer der Bühnen weggezogen, und die ganzen Theater, welche auf Zapfen ruheten, wurden mit sämmtlichen Zuschauern herumgedreht, um in dem innern Raume Kampfspiele zu geben. Später, als die Zapfen wandelbar wurden, blieben die Theater, ohne Bühne, in der vereinigten Stellung, und bildeten so das erste Amphitheater. Klein können diese

Theater nicht gewesen sein, da sich Plinius der Worte bedient: „das Leben des römischen Volkes habe auf Zapfen geschwebt."

Das erste steinerne Theater, welches fortwährend eine Zierde Roms blieb, oft durch Feuer litt, jedoch immer wieder (zuletzt unter Theodorich) hergestellt wurde, und von welchem noch einige Ruinen vorhanden sind, baute Pompejus (55. v. Chr.) nach dem Vorbilde des Theaters zu Mitylene; es fafste 40 000 Zuschauer. Oben in der Mitte, auf der Rundung, stand ein Tempel der Venus victrix.

Die erste *Naumachie* schuf Julius Cäsar; sie bestand jedoch blofs in einem ausgegrabenen Becken, mit Wasser gefüllt.

Das erste *Amphitheater,* nach dem zufällig entstandenen des Curio, baute Cäsar; aber noch von Holz, welches er mit seidenen Teppichen behängen liefs.

*Circus* entstanden mehrere. Der Circus maximus hatte nach seiner Erweiterung durch Julius Cäsar $3\frac{1}{2}$ Stadien (2100 Fufs) Länge und 400 Fufs Breite. Ringsum (aufser, wo die Carceres standen), waren drei Stockwerke aufgeführt, unten mit steinernen, oben mit hölzernen Sitzen, um welche aufsen ein Bogengang mit Treppen lief. Vor den Sitzen zog sich an drei Seiten ein mit Wasser gefüllter, 10 Fufs breiter und tiefer Canal umher. Der Circus fafste 150 000, nach Plinius sogar 260 000 Zuschauer; doch ist die letztere Nachricht wahrscheinlich nicht genau, da schon für die erste Zahl etwa 15 Sitzreihen hinter einander gestanden haben müfsten.

Die sogenannte corinthische Säulenhalle von C. Octavius hatte Säulen, deren Capitäle aus corinthischem Erz waren. Die Säulenhallen des M. Minutius erregten noch unter den Kaisern Aufsehen.

Berühmt war die Säulenhalle, welche Pompejus hinter der Bühne seines Theaters angelegt hatte. Sie war mit schattigen Gängen von Platanen verbunden.

Eine *Ehrensäule* soll zuerst (nach 338 v. Chr.) dem C. Maenius gesetzt worden sein; doch wäre es, anderen Nachrichten zufolge, nur eine Reiterstatue gewesen. Dem C. Duilius wurde die erste Columna rostrata gesetzt. Die Denksäule, welche das Volk dem Julius Cäsar setzte, war übrigens nur 20 Fufs hoch.

*Triumphbogen* kommen seit 200 v. Chr. vor, und wurden später in Menge errichtet. Ein Denkmal dieser Art baute Scipio Africanus auf

dem Capitol, mit sieben vergoldeten Statuen und zwei Pferden verziert; davor waren zwei marmorne Becken.

Von den *Grabmälern*, welche dieser Zeit angehören dürften, ist zuerst das der Scipionen zu gedenken. Der Oberbau, mit Statuen geziert, fehlt seit lange. Im Jahr 1782 entdeckte man den unterirdischen Theil, welcher jedoch blofs in Gängen besteht. Wichtiger ist der darin aufgefundene Sarg des Scipio Barbatus, welcher im Jahr 298 v. Chr. Consul war. Der Sarg ist mit einem dorischen Gebälk verziert, an welchem Zahnschnitte vorkommen: aufserdem zeigen sich Zierden an ihm, den jonischen Schnecken ähnlich; wahrscheinlich eine frühe Nachahmung griechischer Kunst; wobei denn die beiden Baustyle vermengt wurden.

Das bekannte Grabmal der Metella gehört auch in diese Zeit. Es besteht aus einem einfachen Thurm, nicht eben höher als breit, in zwei Absätzen, der untere viereckig, der obere von fast gleicher Breite, jedoch rund; oben ist ein einfaches Gesims, darunter ein Fries, mit Thierschädeln und Fruchtgewinden; der innere Raum ist rund, sehr eng, und überwölbt; der Kern besteht aus Bruchsteinen, aufsen mit Quadern, innen mit Mauersteinen bekleidet.

Dem sogenannten Grabmale der Horatier und Curiatier, aus einem würfelförmigen Unterbau, mit 5 abgekürzten Kegeln darauf, der mittlere davon etwas gröfser als die umstehenden, ist wegen der *Zahl* der Kegel der Name beigelegt worden. Dieser Grund ist eben nicht der triftigste; doch hat *Hirt* wohl nicht ganz recht, wenn er mit Bestimmtheit behauptet, dafs zu jener Zeit solche Baue nicht ausgeführt wurden. Der Bau ist sehr einfach, ächt betrurisch, und nichts weniger als griechisch, er ist etwa 40 Fufs lang und breit und 75 Fufs hoch. Wahrscheinlich gehört auch das sogenannte Grabmal des Virgil, aus einem abgekürzten Kegel und würfelförmigen Unterbau bestehend, der ältern Zeit an. Bis zum Jahr 284 v. Chr. waren die *Wohnhäuser* der Römer (nach *Cornelius Nepos*) mit Schindeln bedeckt, und nach *Varro* aus Lehmsteinen auf Unterbauen von Quadern errichtet; Augustus rühmte sich, die aus Lehmsteinen gebauet gewesene Stadt von Marmor zu hinterlassen. Aber auch schon *vor* Augustus begann die Pracht, sich auf die Wohnhäuser auszudehnen, wenngleich Einzelne der alten Einfachheit treu blieben: so Pompejus, der neben seinem prachtvollen Theater für sich ein ganz einfaches Wohnhaus erbauen liefs.

Um die Zeit 100 v. Chr. erregten noch die sechs, nur 12 Fuſs hohen Säulen von hymettischem Marmor, welche L. Crassus in seinem Hause anbrachte, Aufsehen; der Censor Domitius Ahenobarbus bot für das Haus 75 000 Gulden, nahm jedoch das Gebot, als Crassus darauf einging, zurück. Andere Häuser überboten bald das des Crassus. 78 v. Chr. galt das Haus des M. Lepidus, welches Thürschwellen von numidischem Marmor hatte, für das schönste in Rom. Nach 35 Jahren schon wurde es von hundert andern übertroffen. Das Haus, welches Cicero bewohnte, hatte 320 000 Gulden, das des M. Messala 370 000, das des Clodius sogar 1 056 666 Gulden gekostet.

Das erste, ganz in Marmor errichtete Wohnhaus erbaute Mamurra, zu Cäsars Zeit. Die Wände waren indeſs nur mit Marmorplatten bekleidet; die Säulen dagegen waren jede aus einem einzigen Block carystischen und lunensischen Marmors.

In dem Hause des Scaurus waren 38 Fuſs hohe Säulen: wahrscheinlich dieselben, welche er bei seinem Theater gebraucht hatte.

Der älteste *Landsitz,* von welchem wir Kunde haben, war der des ältern Scipio Africanus. Er scheint noch sehr einfach gewesen zu sein.

Cicero hatte zwei Landsitze; der eine war schon mit einem Säulengange geschmückt. Sie wurden während seiner Verbannung niedergerissen und es wurden ihm später zur Entschädigung nur 75 000 Gulden dafür bezahlt.

Dagegen waren die gleichzeitigen Villen des Metellus und Lucullus sehr groſsartig, und viele andere reiche Römer eiferten ihnen nach. So ward, als die mit den Kunstwerken aus seinem Theater ausgeschmückte Villa des Scaurus zu Tusculum abbrannte, der Schaden auf 7 500 000 Gulden berechnet.

## §. 104.

## *Die Bauwerke unter Augustus.*

Auch hier führen wir nur diejenigen an, welche uns einen tiefern Blick in das Wesen der damaligen Architektur gewähren.

Zu den Bauwerken, welche Augustus selbst errichtete, gehören folgende.

*Der Tempel des Apollo:* ein prachtvoller Bau. Um die Tempelhallen und die Bibliothek waren die Säulen aus punischem Marmor. Zwischen den Säulen standen die Statuen des Danaus und seiner 50 Töchter;

der Tempel selbst war aus weifsem Marmor gebauet; auf dem Giebel stand die goldene Quadriga des Sonnengottes; die Thürflügel waren aus Elfenbein und mit Reliefs geziert; im Innern war unter andern ein 50 Fufs hoher Colofs des toscanischen Apollo.

*Das Mausoleum:* ein kreisförmiger Bau mit Absätzen; nach *Strabo* von hügelartiger Form, auf einem Unterbau von weifsem Marmor. Die Hirtsche Restauration nach den noch vorhandenen Ruinen scheint nicht unpassend zu sein. Die Mauern waren von weifsem Marmor und auf den Absätzen mit Bäumen bepflanzt; auf dem höchsten Absatz stand die Collossalstatue des Kaisers. Im Innern waren viele einzelne, wahrscheinlich überwölbte Kammern. Vor dem Gebäude standen zwei Obelisken; der gewöhnliche Säulenporticus diente wahrscheinlich zum Eingange; die Ruine zeigt noch die Mauer-Ansätze dazu. Es wäre wenigstens nicht zu verwundern, wenn der so sehr gebräuchliche Säulenvorbau, so kleinlich er sich auch ausnehmen mochte, auch hier nicht gefehlt hätte.

*Der Tempel des Jupiter tonans.* Wir erwähnen seiner nur, weil Augustus an demselben eine *Glocke* aufhängen liefs; woraus folgt, dafs die *Glocken* in den Tempeln schon nichts Ungewöhnliches waren; die Wächter gaben Zeichen damit. Wahrscheinlich waren aber diese Glocken der Gröfse nach nicht mit den Kirchenglocken des Mittelalters zu vergleichen.

*Der Tempel des Mars ultor* auf dem Capitol. Nach Münzen, auf welchen er sich abgebildet findet, war es ein kleiner, runder Tempel, ein Monopteros des *Vitruv;* welcher nicht oft vorkommt.

*Der Tempel des Quirinus:* eins der Hauptwerke des Augustus. Es war der erste Dipteros in Rom, nächst dem capitolinischen Tempel. Er war ausnahmsweise von dorischer Ordnung, statt dafs man sonst allgemein der corinthischen Ordnung sich bediente. Der Tempel hatte 76 Säulen; wie es *Vitruv* für den Dipteros vorschreibt.

Das schon von Julius Cäsar angefangene, aber jetzt erst vollendete *Theater des Marcellus,* mit 30 000 Sitzplätzen; von welchem noch Reste vorhanden sind.

*Zwei aus* Aegypten geholte Obelisken liefs Augustus aufrichten: den einen, von 85 Fufs hoch, auf der Spina des Circus maximus: den andern, 76 Fufs hoch, auf dem Marsfelde; dieser letzte diente zugleich als

Sonnenzeiger. Der erste dieser Obelisken steht jetzt auf der Piazza del popolo, der andere auf dem Platze von Monte Citorio.

Das *Forum* Augusti; mit einem Tempel des Mars. Die Säulenhallen umher waren mit den Statuen aller Triumphatoren geziert. *Hirt* hält die Ruinen, welche den Namen Forum des Nerva führen, für Reste dieses Forums.

*Die Naumachie.* Sie bestand blofs in einem ausgegrabenen Erdbecken von 1800 Fufs lang und 1200 Fufs breit. Es kämpften darauf gegeneinander 30 Triremen und Quadriremen, und eine gröfsere Anzahl kleinerer Schiffe, zusammen mit 30 000 Kämpfern bemannt.

Von den Bauwerken, welche unter Augustus Andere in Rom ausgeführt haben, sind zu bemerken:

*Die Septa Julia,* von M. Agrippa: ein forumähnlicher Bau aus Marmor; mit Säulengängen von 5000 Fufs Länge umgeben.

*Das Pantheon des Agrippa,* dem Jupiter ultor geweiht. Es ist noch jetzt wohl erhalten und weit berühmt. Es ist ein Monopteros mit gewölbter Kuppel von 127 Fufs innerem Durchmesser. Vorn hat es eine Säulen-Vorhalle. Es ist unstreitig das schönste Gebäude, welches je ein Römer errichtete, und welches uns, wenn der Säulenschmuck weggedacht wird, ein Bild von Dem geben kann, was die römische Baukunst hätte werden können.

*Die Thermen des Agrippa.* Sie nehmen einen sehr grofsen Raum ein, und waren, nachdem der Erbauer sie dem Volke vermacht hatte, die ersten öffentlichen Thermen in Rom.

*Das Diribitorium,* von Agrippa angefangen und von Augustus vollendet, war zur Austheilung der Stipendien an die Soldaten und der Täfelchen an die Bürger bei Wahlversammlungen bestimmt und wurde gelegentlich auch zu Schauspielen in bedecktem Raume benutzt. Es enthielt den gröfsesten Saal, welchen man noch gesehen hatte. Als die Deke schadhaft wurde, wagte kein Baumeister ihre Wiederherstellung. Einer der Balken von Lerchenholz wurde der Seltenheit wegen aufbewahrt; er war 100 Fufs lang und 1½ Fufs dick.

*Statilius Taurus* bauete 30 v. Chr. das erste steinerne Amphitheater, welches das einzige blieb bis auf Vespasian.

Ein ganz einfacher Bau aus dieser Zeit, nemlich ein, sorgfältig, aber ohne alle architektonische Gliederung und Zierde im Jahr 9 v. Chr. aufgeführter Bogen mufs hier, eben seiner Einfachheit wegen, genannt wer-

den. *Hirt* vermuthet, dafs durch diesen Bogen, welcher mitten auf einer Strafse steht, ein früheres, älteres Stadtthor habe in Andenken erhalten werden sollen; und allerdings mag es eine solche Bewandtnifs damit gehabt haben.

*Das Wohnhaus des Mäcenas* scheint vorzüglicher Art gewesen zu sein. Es war ein Thurm damit verbunden, von welchem aus man die Stadt übersehen konnte. Bei dem Hause befand sich ein Gebäude mit einem Bassin, um in warmem Wasser schwimmen zu können. Dieses Gebäude ist also als das erste Baptisterium zu betrachten.

Merkwürdig ist noch die *Pyramide des Cestius.* Sie ist ein Grabmal mit einer kleinen Todtenkammer, zu welcher der Eingang in der Mitte der Höhe durch einen herausnehmbaren Stein und dann in einem niederwärts sich senkenden Gange zur Todtenkammer führte: offenbar eine kleinliche Nachahmung der ägyptischen Pyramiden, welche, besonders wenn sie öfter vorkäme, als eine Andeutung gelten könnte, dafs es vielleicht blofser Zufall war, wenn die Römer sich zur griechischen Baukunst neigten. Die Pyramide lief ganz spitz aus, war 130 Palmen im Quadrat und 160 Palmen hoch, aufsen mit Marmor, unten mit Travertin bekleidet. Unten standen an zwei Seiten reich verzierte dorische Säulen; an den beiden andern Seiten Statuen. Der Bau ist noch ziemlich ganz vorhanden.

Von den Gebäuden aufserhalb Roms sind unter andern zu erwähnen die *Villa des Mäcenas* zu Tivoli, von welcher noch ansehnliche Reste vorhanden sind: unter andern der gröfste Theil der überwölbten Halle, und eine jonische Säule, deren Stamm aus kleinen Bruchsteinen aufgeführt ist und wahrscheinlich in einer hölzernen Form gegossen wurde. Weniger bedeutende Ruinen sind von den Villen des Varus, des Horatius und des Propertius vorhanden. Die erstere hat beim Ausgraben viele einzelne Schätze geliefert. Auch das Baptisterium einer andern Villa hat sich noch erhalten. Ferner

Das *Grabmal* der Plautier, ein runder Thurm von ungefähr 60 Fufs breit und 70 Fufs in den Mauern hoch, auf einem weit vortretenden und quadratischen Sockel, ähnlich dem Grabmal der Metella, doch höher und schöner; mit einem Vorbau von 6 Halbsäulen. *B*emerkenswerth ist, dafs die Thür nicht vorn, sondern in der einen vorspringenden Seite des Vorbaues angebracht ist.

Die beiden noch vorhandenen Tempel zu Tivoli setzt *Hirt* ebenfalls

in diese Zeit. Sie sind beide klein; der eine ist ein runder Peripteros, der andre ein Pseudoperipteros von jonischer Ordnung.

Zu Palestrina haben sich Reste des Forums und der Basilica erhalten, in welchen man einen berühmt gewordenen Mosaikfufsboden entdeckte.

In Cora findet sich, aufser zwei corinthischen Säulen, noch eine dorische Tempelruine. Der Tempel war ein kleiner Prostylos, mit sehr tiefer Vorhalle, im Style, wie es sich nicht anders erwarten läfst, bereits verderbt; die Säulen sind zu schlank und haben Basen; die Triglyphen sind von der Ecke auf die Axe der Säulen gerückt u. s. w.

Das *Grabmal* des Munatius Plancus ist wieder ein runder Thurm von 80 Fufs im Durchmesser und 100 Fufs hoch, oben mit einer Kuppel bedeckt und einfach gebaut. Die innere Kammer ist klein und viereckig; die äufsere Mauer, ganz aus Quadern, ist durch einen 7 Fufs breiten Umgang von der innern Backsteinmauer getrennt, wahrscheinlich um die Feuchtigkeit abzuhalten; der Trigliphenfries ist reich verziert.

Der schöne, noch vorhandene Tempel zu Assisi gehört ebenfalls dieser Zeit an.

Auch der von *Vitruv* erbauten und von ihm beschriebenen Basilica zu Fanestri ist hier zu erwähnen. Sie scheint in manchen Puncten vom Gewöhnlichen abweichend gewesen zu sein. Der mittlere überwölbte Saal war 120 Fufs lang und 60 Fufs breit, der umherlaufende Säulengang 20 Fufs breit; die Säulen hatten 5 Fufs im Durchmesser und waren 50 Fufs hoch. Es standen 4 Säulen in der Breite und 8 Säulen in der Länge, von welchen letzteren aber dem Eingang gegenüber zwei fehlten, so dafs hier auf 37 Fufs lang ein hölzerner Architrav gelegen haben mufs. Eine angebliche Erfindung, mit welcher *Vitruv* sich rühmt, war die, dafs er die Säulen des innern Porticus, welcher zwei Stockwerke hatte, in welchem Fall man sonst bis dahin zwei Säulenstellungen übereinander gesetzt haben würde, in Eins hinaufgehen liefs, und mithin das Zwischengebälk in die Mitte der Säulenstämme einlegte. Es ist nicht zu läugnen, dafs diese, in neuerer Zeit allgemein gewordene Construction einen grofsartigen Effect macht; die Säule soll indessen doch nur oben belastet werden; ihre eigentliche Bedeutung geht also durch diese Anordnung verloren; und so ist auch sie, während sie einerseits dem Tadel entgeht, den wir über die

doppelten Säulenstellungen über einander bei den Hypäthren der Griechen ausgesprochen haben, andrerseits wieder verwerflich.

Unter Augustus wurde auch der Tempel zu Nismes, jetzt unter dem Namen Maison quarrée bekannt, erbaut. Er ist ein Pseudoperipteros.

Ferner gehört hieher der von *Stuart* beschriebene Tempel zu Pola. Es ist hier auf die Freitreppe aufmerksam zu machen, welche nicht mehr, wie bei den Griechen, umläuft, sondern zwischen Wangen eingeschlossen und höher ist. Weiter vor dem Tempel zeigt sich noch eine bedeutende, rundgeformte Treppe.

Aus Griechenland ist zuerst des Baues der Stadt Nicopolis von Augustus zu erwähnen, und dann des sogenannten Thors der Agora zu Athen. An diesem Denkmal, obwohl auch bereits in verderbtem Geschmack, ist der dorische Styl doch im Vergleich zu den römischen Bauwerken und zu der Vitruvischen Lehre noch ziemlich rein.

Besonders zu beachten sind die Bauwerke Herodes des Grofsen zu Jerusalem und in andern Gegenden. Er erbaute mehrere neue Städte und eine Menge einzelner Prachtgebäude. Darunter ist eine Strafse zu Antiochien, von 20 Stadien Länge, welche er pflastern und mit fortlaufenden Säulengängen vor den Häusern schmücken liefs. Zu Jerusalem baute er unter andern die Königliche Burg, mit einer zahllosen Menge von Gemächern, Säulengängen Lustbainen, Wasserstöcken und Speisesälen zu 100 Lagerstellen, bunt ausgelegt mit den seltensten Stein-Arten; aufsen sicherte er die Burg durch Ringmauern und Thürme; der eine davon war 40 Ellen im Quadrat, 90 Ellen hoch, hatte einen Säulengang, war absatzförmig gebaut und im Innern zu Bädern u. s. w. eingerichtet. Die Quadern waren von weifsem Marmor, 20 Ellen lang, 10 Ellen breit, 5 Ellen hoch (wahrscheinlich eine übertriebene Angabe). Alle diese Bauwerke waren natürlich in römischem Styl gebaut. Dieser Styl dehnte sich auch auf den Hauptbau des Herodes, die Erneurung des Salomonischen Tempels aus, welcher Tempel nach der Rückkehr der Juden aus der Babylonischen Gefangenschaft nur dürftig wieder hergestellt worden war.

Schliefslich gedenken wir noch der neuen Stadt Nicopolis in Aegypten.

## §. 105.

## *Bauwerke unter den Nachfolgern aus der Augusteischen Familie und den ersten Flaviern bis Hadrian.*

### *Tiberius.*

Er selbst hat aufser den Villen auf seiner Insel, von welchen wir nichts Weiteres wissen, wenig gebaut. Auch sonst finden sich aus der Zeit seiner Regierung nur wenige bemerkenswerthe Baue.

Zu gedenken ist indessen der Wiederherstellung eines gesunkenen grofsen Säulenganges, des gröfsten in Rom, im Jahr 21 v. Chr. Der Architekt liefs, nachdem er die Fundamente von allen Seiten verstärkt hatte, die Zwischenräume zwischen den Säulen mit altem Zeug und Lumpen ausfüllen, zog starke Taue herum, und liefs nun mittels Maschinen und vieler Menschen das Ganze wieder lothrecht richten. Tiberius bewunderte das Talent des Künstlers; was ein ungünstiges Licht auf die mechanische Fertigkeiten jener Zeit werfen würde, wenn wir nicht durch vieles Andere wüfsten, dafs die Kenntnisse der Alten von der Mechanik nicht gering waren. Des Beispiels war besonders nur zu gedenken, um darauf aufmerksam zu machen, dafs man nicht zu rasch in dem Nachsprechen der Lobpreisungen der Alten sein dürfe. Jenes Verfahren würde man jetzt für eben so gewagt als verschwenderisch halten.

Die Casta Praetoria, welche Tiberius baute, ist, als die erste Militair-Caserne Roms, und weil das Zusammenwohnen der Soldaten späterhin jenen Geist in ihnen erweckte, vermöge dessen sie sich zu Herren des Staats machten und die Kaiser an- und absetzten, zu bemerken.

Auch der Wieder-Aufbau des Tullianischen Kerkers fällt in diese Zeit. Er hat zwei überwölbte Stockwerke; das untere Gewölbe ist scheidrecht. Ein wirklich scheidrechtes Gewölbe würde, als ganz abweichend von der sonstigen Bauart der Römer, sehr auffallend sein; indessen zweifle ich kaum, dafs das sogenannte Gewölbe etwas anders als eine blofse Ueberdeckung mit langen Quadern war.

Das hölzerne Amphitheater zu Fidena, welches bei der ersten Vorstellung einstürzte, wobei 20 000 Menschen den Tod fanden und andere 30 000 beschädigt wurden, liefert einen Beweis, dafs man wenigstens nicht immer mit jener Sorgfalt baute, die den Römern nachgerühmt wird.

### *Caligula.*

Ausschweifend, wie in allen seinen Unternehmungen, war er es auch im Bauen. Deshalb aber ward denn auch nur wenig von seinen Riesenwerken unter ihm vollendet. Man braucht, um diesen Kaiser zu würdigen, nur daran sich zu erinnern, dafs er sich göttlich verehren liefs und sich selbst einen Tempel baute. Seine Statue in demselben mufste täglich mit einem ähnlichen Kleide bekleidet werden, wir er gerade selbst trug. Wegen seines vorgeblichen vertrauten Umganges mit Jupiter liefs er von dem Palatinus (wo er wohnte) eine Brücke nach dem Capitol über den Tempel des Augustus hinweg schlagen. Späterhin gründete er einen Pallast neben dem capitolinischen Tempel.

Von den wenigen andern Bauwerken unter Caligula ist nur noch das Grabmal der Helena bei Jerusalem merkwürdig. Es war aus Marmor und bestand in drei Pyramiden. Ungewifs ist es, ob sie nebeneinander standen, wie die fünf am Grabmal der Horatier, oder ob es nur drei abgesetzte Pyramidenstücke über einander waren, wie die gestuften Pyramiden in Aegypten. Die Thür war von Marmor und konnte nur durch eine Maschinerie geöffnet werden.

Noch ist zu bemerken, dafs Caligula den Obelisk, welcher jetzt auf dem Petersplatze steht, ursprünglich im Circus des Tiberius aufgestellt hatte. Das dazu gebrauchte Schiff soll das gröfste gewesen sein, welches man bis dahin im Meere gesehen hatte.

### *Claudius.*

Er führte mehr nützliche als Prachtwerke aus. Es ist ihrer schon oben bei den Wasserbauen gedacht. Unter den sonstigen Bauen scheint der marmorne Triumphbogen des Tiberius der vorzüglichste gewesen zu sein.

### *Nero.*

Unter diesem Kaiser stieg die Verschwendung beim Bauen aufs Höchste. Der von ihm veranstaltete berüchtigte Brand Roms zerstörte den fünften Theil der Stadt, mit unermefslichen Kunstschätzen und den werthvollsten Alterthümern; darunter die Tempel der Fortuna von Servius Tullius, des Hercules von Evander, des Jupiter Stator von Romulus, die Burg des Numa und den Tempel der Vesta. Die Stadt, welche nach ihrer Zerstörung durch die Gallier nur eilfertig und mit engen und krummen Gassen wieder

errichtet war, wurde jetzt mit geraden, breiten Strafsen wieder aufgebaut. Interessant sind die dabei gegebenen Bau-Verordnungen. Die Häuser sollten nicht zu hoch werden, im Innern Höfe und an den Strafsen Säulengänge bekommen. Zur Sicherheit gegen Feuer sollte jedes Haus seine eignen Brandmauern erhalten; die untern Sockwerke sollten nicht mit Balkenwerk überdeckt, sondern mit galbinischen oder albanischen Steinen, als welche der Zerstörung durch das Feuer am besten widerständen, überwölbt werden.

Unter des Nero eigenen Bauen zeichnete sich sein Pallast, welcher den Namen des goldenen Hauses bekam, besonders aus. Schon die frühern Kaiser hatten ihre Residenz nach und nach über den ganzen Palatin, (die ganze alte Stadt des Romulus) ausgedehnt. Nero griff noch weiter um sich. Sein Pallast umfafste aufser den Gebäuden und Höfen: Gärten, Wiesen, Waldungen, Ackerfelder, grofse Wasserteiche u. s. w. Die Vorhalle (der offene Hof) hatte 5000 Fufs im Umfange und einen Porticus von drei Säulen Tiefe. In der Vorhalle stand der 120 Fufs hohe Colofs des Nero, aus Erz. Im Innern der Gebäude glänzte Alles von Gold und Edelsteinen; in den Speisesälen waren elfenbeinerne Tafeln, welche drehbar waren, und Anordnungen, um Wohlgerüche auf die Gäste herabregnen zu lassen. Der vorzüglichste Saal war eine Rotunde. Zur Ausschmückung des goldenen Hauses ordnete Nero eine neue Plünderung Griechenlands und Asiens an. In dem im Umfange des goldenen Hauses liegenden Tempel der Fortuna Seja war (nach *Plinius*) auch bei verschlossener Thüre Tageshelle, aber nicht durch Fenster, sondern durch eine künstliche Beleuchtung, wie von einem eingeschlossenen Lichte.

Zu des Nero Planen gehörte auch die Ausdehnung der Stadt Rom bis nach Ostia und die Leitung des Meerwassers dorthin, vermittelst eines Canals. Er begann ferner einen Wasserbehälter, welcher, bedeckt und mit Hallen umschlossen, bis zum See Avernus reichen sollte, und wollte endlich von hier bis Ostia einen schiffbaren Canal von 160 Meilen lang graben lassen.

Seneca berichtet in Bezug auf die damaligen Landhäuser, dafs man Gärten und Waldungen auch auf Thürmen und auf den Dächern der Wohngebäude anzulegen pflegte.

Als noch vorhandene Bauwerke, welche etwa in diese Zeiten (vielleicht aber auch in die nächst vorhergehenden oder nachfolgenden) fal-

len dürften, sind zu nennen: die zu Badenweiler im Badischen aufgefundenen Bäder; mehrere andere Reste römischer Bauwerke in Deutschland; die Ehrensäule des Menander zu Mylassa in Karien, und einige Gräber zu Jerusalem, unter welchen das des Absalon ein in Aufsätzen emporstrebender Pyramidalbau ist, der im ersten quadratischen Stockwerk jonische Pfeiler und Säulen, darauf einen niedrigen zweiten Aufsatz, und oben noch zwei runde Aufbaue mit einem conischen Dache hat. Die Form des Ganzen erinnert an bessere Zeiten; der Styl ist aber sehr gemischt.

### *Vespasian.*

Das capitolinische Heiligthum, welches durch Brand zerstört worden war, erbaute er zuerst wieder, in der alten Ausdehnung, wie es unter Sulla gewesen war; jedoch höher. Der Grundstein wurde mit grofsen Feierlichkeiten gelegt, und es wurden Silber, Gold und andere Metalle, jedoch ungeprägt, in den Grundstein gelegt.

Ein zweiter Bau des Vespasian war der *Friedenstempel.* Er wurde als einer der gröfsten Tempel des Alterthums betrachtet. Wir begegnen hier wahrscheinlich der ersten wesentlichen Abweichung der Form der Tempel, wenn anders das früher unter dem Namen der Basilica des Constantin bekannte Gebäude wirklich dieser Friedenstempel ist. Die schöne Arbeit an den im Innern aufgethürmten Säulen weiset auf eine frühere Zeit als die des Constantin hin; indessen dürfte daraus noch nicht folgen, dafs wir hier doch nicht eine frühere Basilica sehen; welcher Gebäudegattung die Ruine der Form nach viel ähnlicher ist, als einem Tempel. Am grofsartigsten unter den Bauwerken Vespasians war das unter dem Namen des Coliseo bekannte Amphitheater.

Im Vorübergehen wollen wir bemerken, dafs Vespasian, um der Flaminischen Heerstrafse eine bequemere Richtung zu geben, sie auf 1000 Fufs lang durch den Felsen hauen liefs; welcher Tunnel den Namen Petra Pertusa führte.

### *Titus.*

Aufser den Thermen, und vielleicht dem Springbrunnen Mela Sudans, hat dieser Kaiser keine eigne Bauwerke hinterlassen. Seine kurze Regierung zeichnete sich durch den grofsen Brand und die Verschüttung der Städte Herculanum, Pompeji und Stabiä aus.

In der Zeit des Titus änderte Nicostratus das Stadion zu Laodikeia in ein Amphitheater um; was häufige Nachahmung fand.

### *Domitian.*

Er baute viel und prachtvoll.

Die unter Titus wieder abgebrannten Tempel der capitolinischen Gottheiten wurden jetzt noch kostbarer als unter Vespasian wieder errichtet; die Vergoldungen allein kosteten über 12000 Talente. Die corinthischen Säulen waren aus pentelischem Marmor und in Athen verfertigt; Plutarch sah sie dort, und wunderte sich, dafs sie ihm, nachdem sie aufgestellt waren, viel dünner erschienen wären; er vermuthet, dafs man sie in Rom übergearbeitet habe. *Hirt* will solches nicht zugeben, und meint, dafs die entfernte Stellung des Beschauers diese Täuschung hervorgebracht habe. Es ist indefs, wie wir schon früher bemerkten, nicht wahrscheinlich, dafs der alte Tempel, wie es der Fall gewesen sein müfste, ein Dipteros war, und es ist nicht unmöglich, dafs die schöneren Verhältnisse, in welchen die Griechen auch in diesen Zeiten noch einen Vorzug behaupteten, dem unkünstlerischen römischen Auge nicht zusagten.

Die von Domitian angelegte Naumachie liefs er auch, nachdem sie ausgegraben war, amphitheatralisch mit steinernen Sitzen umbauen.

Das Forum Nerva (auch Forum Palladium und Forum transitorium genannt) ist ebenfalls von Domitian erbaut und nur von Nerva geweiht worden. Es sind davon noch einige Ueberreste vorhanden.

An dem um diese Zeit vom Senat und Volk dem Titus errichteten Triumphbogen zeigt sich zuerst das römische oder zusammengesetzte Säulen-Capitäl. Der Triumphbogen ist im Wesentlichen noch vorhanden. Er ist in der Hauptform, obgleich mit Zierden überladen, noch ziemlich einfach.

Die Ruine, welche gewöhnlich für den Tempel der Vesta gehalten wird und an welcher sich noch die Zellenmauer zeigt, mit den 20 cannelirten Säulen aus weifsem Marmor, hält *Hirt* für den von Domitian wieder errichteten Tempel des Hercules. Er war einer der schönsten Peripteros.

Mit besonderer Pracht hatte dieser Kaiser seine Wohnung und seine Albanische Villa eingerichtet. Es sind davon noch einzelne Reste vorhanden: vermuthlich von dem dazu gehörigen Amphitheator.

Die auf dem Palatin (in der Residenz) gelegene Basilica des Domi-

tian wird von Statius wegen der Säulen und der seltenen Marmorwerke, so wie wegen der hohen Wölbung, mit einem Göttersaale verglichen. Die Umfassungsmauern haben sich bis auf eine gewisse Höhe noch erhalten.

Von den Privatbauwerken unter Domitian verdient die Tiburtinische Villa des Manlius Vopiscus Erwähnung, und zwar, weil sie, auf beide Ufer des Flusses sich stützend, über denselben hinweggebaut war, so dafs das Wasser unter ihrem Grundbau hindurchfloſs. In alle Zimmer konnte man Wasser zur Kühlung leiten.

### *Trajan.*

So wenig unter Nervas Regierung gebaut wurde, um so mehr Bauwerke hat Trajan hinterlassen; weshalb ihn Constantin, da er nach damaliger Sitte seinen Namen auf seine Gebäude setzen liefs, das Wandkraut nannte.

Den Circus maximus liefs Trajan so weit vergröfsern, dafs er nun (nach Publius Victor) 385 000, statt früher 150 000 oder 260 000 Zuschauer faſste. Plinius giebt nur eine Vermehrung der Sitzplätze um 5000 an; was aber kaum der Mühe werth gewesen wäre.

Auch Thermen und ein Odeum baute Trajan. Sein denkwürdigster Bau ist aber das nach ihm genannte Forum; mit der gewöhnlichen Säulenhalle und den öffentlichen Gebäuden umher. Es wird wegen seiner colossalen Massen und seiner Schönheit als einzig in seiner Art gepriesen. Es wurde dazu ein Theil des Quirinalischen Berges abgegraben und geebnet. Zu bemerken ist, dafs, wie sich durch spätere Ausgrabungen gezeigt hat, auch quer über den Platz hinweg Säulengänge führten; wie wir Aehnliches auch bei den Griechen, z. B. bei der Halle zu Thoricus vermutheten.

In der Mitte des Circus stand und steht noch die berühmte Säule des Trajan: 11 Fufs unten, 10 Fufs oben im Durchmesser, und mit Base und Capitäl 92 Fufs hoch, auf einem 17 Fufs hohen Piedestal und mit einem 8 Fufs hohen, runden Aufsatze, auf welchem früher die erzene Colossalstatue des Kaisers stand. Im Innern der Säule führt eine bequeme Wendeltreppe, durch ganz schmale Oeffnungen erleuchtet, hinauf. Jede Steinschicht, aus weifsem Marmor, ist auf diese Weise ein ringförmiger Block. Am Schafte laufen bekanntlich Reliefs, den Krieg des Trajan gegen die Dacier vorstellend, spiralförmig empor. Neuern Bemerkungen zufolge

haben sich Spuren von *Farben* gefunden. Die Reliefs, welche nur sehr flach ausgearbeitet sind, hoben sich golden aus dem azurblauen Grunde hervor. Die Wulste der Base und des Capitäls sind, ersterer mit Lorbeer, letzterer mit einem Eierstabe, und das Piedestal ist mit Waffenstücken verziert. Der Styl des Werks ist, mit Rücksicht darauf, dafs für eine einzeln stehende Säule, ohne Belastung, die schweren dorischen Verhältnisse nicht passend gewesen wären (was ein glücklicher Zufall, aber natürlich nicht Absicht war), noch gut zu nennen: jedoch macht man mit Recht dem Baumeister den Vorwurf, dafs er die oberen Reliefs nur gleichsam für die Vögel in der Luft gearbeitet zu haben scheine; denn wenn auch die Figuren durch die Vergoldung hervorgehoben wurden, so waren doch die Einzelheiten derselben von unten nicht mehr erkennbar. Auch dafs man, um die Bildwerke zu betrachten, immerfort um die Säule herumgehen soll, war, wie *Hirt* *) tadelnd und wohl richtig bemerkt, eine starke Zumuthung. Eine Säule war wohl grade am wenigsten zu Reliefs geeignet.

Rücksichtlich der Säulengänge des Forums dürfte gegen *Hirt* Folgendes zu bemerken sein. Er sagt, nach Pausanias sei das Deckenwerk darin von Erz gewesen. In der angeführten Stelle des Pausanias heifst es aber (X, 5.), das *Dach* sei von Erz, und (V, 12.) nur, das Dach sei mit Kupfer bedeckt gewesen; es scheint mithin hier nur die gewöhnliche Metallbedeckung gemeint zu sein. Der Triumphbogen, welcher dem Trajan für seine Erneuerung der Appischen Strafse zu Benevent errichtet wurde, ist noch vorhanden, und ein nicht bedeutender, aber reicher Bau.

Von den privaten Bauwerken unter Trajan sind besonders die laurentische und tuscische Villa des Plinius hervorzuheben, welche Dieser in seinen Briefen beschreibt. Diese Villen waren, im Verhältnifs zu andern Landhäusern aus jener Zeit, nur sehr klein und einfach, aber bequem und wöhnlich eingerichtet. Zu bemerken ist, dafs Plinius der Heizung durch Oefen gedenkt (einer Art Luftheizung), welche *Vitruv* noch nicht kannte; denn dieser sagt ausdrücklich, dafs diejenigen Gemächer, welche mittelst Kohlenbecken erwärmt werden sollten, wegen des Rauchens nicht kostbar gemalt werden dürften. Auch die Studirzimmer, welche in den genannten Villen auf eine eigne Weise isolirt gewesen zu sein scheinen, fallen auf. Des

*) Gesch. der Bauk. Thl. II. S. 357.

schon damals vorkommenden Gebrauchs, den Buchsbaum in künstliche Formen zu ziehen und zu beschneiden, wurde schon oben gedacht.

Ein Denkmal aus Trajans Zeit ist auch das Monument des Philopappus zu Athen, welches in Form einer gebogenen Wand, mit seinen Pilastern und den schlecht profilirten Gesimsen, schon ein deutliches Zeichen des Verfalles der Kunst giebt. *Hirt* rechnet noch die Amphitheater zu Verona, Pola, Capua, Nismes und Monte Casino, so wie ein Grabmal bei dem letztern, in diese Zeit; doch das letztere wahrscheinlich mit Unrecht. Diese Bauwerke sind noch gröfstentheils, gut erhalten, vorhanden. Das Amphitheater zu Verona gehört zu den gröfsern und zu denen, die am besten auf uns gekommen sind. An dem Amphitheater zu Capua zeigt sich mehr Zierlichkeit; es kommen an den Schlufssteinen Köpfe vor; wie sonst nur an den Triumphbogen. Das Amphitheater zu Monte Casino ist klein und ganz einfach, und hat keinen Arcaden; der äufsere Umfang ist eine einfache, in Netzwerk ausgeführte Mauer. Hier und in Pola hat man den natürlichen Felsen, wie bei den griechischen Theatern, zu Hülfe genommen.

Interessant sind die Briefe des Plinius aus dieser Zeit an den Kaiser, über das Bauwesen in der Provinz. Wir gedenken daraus des Gymnasiums zu Nicea, bei welchem ein zweiter Architekt behauptete, die, obwohl 22 Fufs dicken Mauern wären zu schwach, weil sie in der Mitte nicht mit Bruchsteinen ausgefüllt wären und die erforderlichen Durchbinder von Backsteinen fehlten. Das Gesuch des Plinius um Hinsendung eines Architekten lehnt der Kaiser mit dem Bemerken ab, es fehle keiner Provinz an kunsterfahrnen Männern, und es sei gewöhnlich, dafs die Baumeister von Athen nach Rom kämen; Plinius könne sie also näher haben. Wir sehen aus diesem Fall, welche starke Mauern die Römer bauten; so wie, dafs Athen auch damals noch in der Kunst dominirte.

### *Hadrian.*

Dieser Kaiser war selbst Künstler und übertraf an Thätigkeit im Bauen alle seine Vorgänger. Wir führen von ihm an:

Den Tempel der Venus und der Roma, nach seinem eigenen Entwurfe; welchen Tempel jedoch der Architekt Apollodorus, als zu klein für seinen Platz, getadelt hatte. Gleichwohl war er das bedeutendste Bauwerk in Rom. Er hatte zwei Zellen, welche nach *Hirts* Zeichnung, die derselbe ältern Zeichnungen des Palladio nachgebildet hat, in den Hinterwänden mit

Exedern zusammenhingen und die Eingänge an beiden Giebeln hatten. Nach neuern Entdeckungen umgab das gemeinschaftliche Tempelhaus ein Säulengang von 10 und 20 Säulen in der Fronte, und von solcher Breite, dafs (da sich von einer zweiten innern Säulenreihe keine Spur fand) ein Pseudodiptros vermuthet werden mufs; wovon kein zweites Beispiel vorhanden ist. Die äufsern und innern Säulen, letztere, um Statuen, wie im Pantheon, darauf zu stellen, waren aus Marmor; die Zellenmauern waren aufsen mit Marmorquadern bekleidet, im Innern aus Backsteinen. Der Vorhof um den Tempel war mit einer doppelten Reihe von Säulen aus Granit umgeben; die Dachbedeckung bestand aus Tafeln von Erz, und das Ganze ruhte auf mächtigen Substructionen.

Bei der Versetzung des 120 Fufs hohen, erzenen und aus einzelnen Stücken zusammengesetzten Neronischen Sonnen-Colosses, welchen Hadrian durch den Architekten Decrianus ausführen liefs, wurde der Colofs *nicht* auseinander genommen, sondern in aufrechter Stellung aufgehängt: wieder ein Beispiel, dafs man auch in Anwendungen der Mechanik nach Bewunderung strebte; denn der Transport im Einzelnen wäre unstreitig leichter gewesen.

Das Grabmal Hadrians (die jetzige Engelsburg) ist ein niedriger, runder Thurm, auf einem viereckigen Unterbau, aber von bedeutender Gröfse; aufsen mit Marmorquadern bekleidet, jetzt jedoch derselben und der übrigen Zierden beraubt. Oben auf der Plateform waren die vielen Statuen aufgestellt, welche die Truppen des Belisarius bei der Verheidigung der Burg gegen die Gothen zerschlugen und auf die Anstürmenden hinabstürzten. Auf diesen Umstand und auf die Nachricht des Herodian hin, dafs die Urne des Septimius Severus in dem Tempel beigesetzt worden, wo die Denkmäler des Marcus und anderer früherer Fürsten gesehen wurden, projectirt *Hirt* einen oben offenen, runden Tempel, mit einer Kuppel; welcher aber sehr kleinlich aussieht. Wahrscheinlicher erhob sich auf der Plateform noch ein niedriger, jedoch massiver Aufsatz, mit einer Kuppel.

Die Ruinen der Kaiserlichen Villa auf der Höhe vor Tibur nahmen einen Raum von 7 Meilen im Umfange ein; jedoch liegt Alles in Trümmern. Was man noch einigermafsen errathen kann, sind drei Theater; ein Heiligthum des Serapis (eine Nachbildung von dessen Heiligthum zu Canopus in Aegypten), wobei sich viele Statuen im ägyptischen Styl finden; verschiedene prachtvolle Säle und Gemächer; ganze Reihen kleiner Ge-

mächer, in mehreren Stockwerken übereinander; mehrere Ruinen, welche man für die Kaiserliche Wohnung hält; daneben die Casernen für die Leibwache (jetzt Camarella genannt); Säulenhallen; eine Basilica; ein runder Tempel der Vesta; ein Prytaneum; noch ein schöner Rundbau, mit den Bibliotheken daneben; wieder ein Tempel; Thermen; ein Lycaeum; die Akademie; und unterirdische Räume, welche den Hades bildeten. Was noch an Mauern vorhanden, ist seiner Bekleidung beraubt; doch zeigt sich das rohe Mauerwerk, das netzförmige sowohl, als das aus Backsteinen, äufserst sauber. Die Gufsgewölbe, von verschiedener Form und Gröfse, sind theilweise der Stützen beraubt, und schweben in der Luft. Unermefslich sind die Kunstschätze, welche man hier zu allen Zeiten ausgegraben hat und noch ausgräbt.

Zu Athen bauete Hadrian, aufser dafs er den Tempel des Jupiter Olympicus vollendete, besonders viel; so, dafs auf dem Ehrenbogen, welchen ihm die dankbaren Athener setzten, auf der einen Seite: „Dies ist „Athen, die alte Stadt des Theseus;" auf der andern: „Dies ist die Stadt „Hadrians, und nicht die des Theseus," geschrieben werden konnte.

Mit besondrer Pracht war der Tempel zu Mantinea, welchen der Kaiser zu Ehren seines Lieblings Antinous bauen liefs, ausgeschmückt. Mehr aber noch ehrte er den Antinous durch die Anlage der Stadt Antinoe in Aegypten; von welcher sich bedeutende Reste erhalten haben. Dieselben haben den römischen Styl, während bis dahin auch die Römer in Aegypten stets, so gut sie es vermochten, nur ägyptisch gebaut hatten. Man erkennt noch die Hauptform der Stadt: eine breite, gerade Strafse nach der Länge, und drei solcher Strafsen nach der Breite; an den Enden der Strafsen Triumphbogen; an den Häusern entlang durchweg dorische Säulengänge; aufserdem einen Bau, der für das Mausoleum des Antinous gelten kann; ein Theater; eine Basilica; ein Gymnasium; Thermen; und aufserhalb der Stadt einen Circus.

Zu erwähnen sind noch die Tempel, welche Hadrian in allen Städten zu bauen befahl, *ohne* Bildsäulen darin aufzustellen: in der Absicht, sie *Christo* zu weihen; welches letztere jedoch nicht zur Ausführung kam. Darunter wird ein Tempel zu Cyzicus als ein Weltwunder gerühmt.

## §. 106.

## *Die letzten Kaiser bis Constantin.*

### *Antoninus pius.*

Von hier nimmt die Thätigkeit der Römer im Bauen wieder ab, und die Baukunst geht mit schnelleren Schritten ihrem Untergange entgegen. Von den Bauwerken Antonins ist nichts Bemerkenswerthes zu nennen, als etwa der Tempel zu Alabanda; welcher zu den von diesem Kaiser wiedererbauten Tempeln zu gehören scheint. Auch der, ihm und seiner Gemalin Faustina zu Ehren in Rom erbaute kleine Tempel gehört hierher. Wie aus einer Stelle bei Julius Capitolinus hervorgeht, scheint man jetzt zuerst auch Privatgebäude mit Porphirsäulen geschmückt zu haben.

### *M. Aurelius, L. Verus, Commodus.*

Von diesen Kaisern sind nur die nach dem Vorbilde der Trajanischen, aber in schlechterem Style ausgeführte Denksäule Antonins, die prachtvolle Villa des Verus, und ein dem Marcus unter Commodus errichteter Tempel, an welchem, nach *Hirt,* zuerst ein convexer Fries vorkommen soll, zu erwähnen

Bedeutender sind die Bauwerke eines Privatmannes, des Herodes Atticus in Grichenland; nemlich eine kostbare Wasserleitung für Alexandrea Troas; der Umbau des Panathenäischen Stadions zu Athen, mit marmornen Sitzen; das Odeon daselbst, mit Zedern überdeckt, zu Ehren seiner Gemalin Regilla erbaut; ein Odeon zu Corinth; die Herstellung des Stadions zu Delphi; eine Wasserleitung zu Olympia; Heilbäder zu Thermopylä; eine Wasserleitung zu Canusium in Italien, und die Wiederherstellung mehrerer Städte.

### *Septimius Severus.*

Unter diesem Kaiser wurde wieder mehr, aber nicht besser gebaut. Der Tempel des Bacchus und des Hercules, von Septimius, soll sehr grofs gewesen sein.

Von seinem Septizonium, einem wahrscheinlich sehr bedeutenden Bau, und von seinen Thermen, sind weder nähere Nachrichten noch Ueberreste vorhanden.

In den Provinzen baute der Kaiser ebenfalls Mehreres; doch wissen wir davon nichts Näheres.

Noch sind an Bauwerken aus dieser Zeit zu nennen: der Triumphbogen des Septimius Severus am Capitol, mit drei Durchgängen: äufserst überladen und schwerfällig und mit herausgekröpften Gebälken über den Säulen; eine Pforte zum Forum Boarium, ausnahmsweise mit geradem Sturz oder Architrav, und ein Janusbogen, der einzige in Rom vorhandene: ein quadratischer Bau, mit zwei sich kreuzenden Durchgängen.

### *Caracalla.*

Die Thermen dieses Kaisers, welche in den Mauern noch erhalten sind, scheinen an Gröfse alle andern übertroffen zu haben. Die Gewölbe sind Gufsgewölbe und die Backsteinmauern sind sehr sauber ausgeführt.

Es sollen darin sehr flache Wölbungen vorgekommen sein. Dieselben sind übrigens aus dem sehr leichten Bimstein gemacht, der sonst in keiner römischen Ruine sich findet. Die Ueberreste, unter welchen sich eine grofse Granitsäule und die beiden grofsen Granitwannen fanden, welche die Springbrunnen auf dem Platze Farnese zieren, zeugen von grofser Pracht. Zu diesen Thermen rechnet *Hirt* auch den sogenannten Bogen des Drusus.

Des noch in Ruinen vorhandenen Tempels des Serapis zu Puzzuoli, welcher dieser Zeit angehören mag (sowohl Caracalla als Severus waren dem Dienste der ägyptischen Gottheiten sehr ergeben), gedenken wir wegen der den Aegyptern nachgeahmten Sitte, auf dem Vorhofe zahlreiche Säle und Zimmer, vermuthlich Priesterwohnungen, zu bauen. Was hierbei auffällt, ist der Umstand, dafs man keinen Anstand nahm, einen solchen, seinem Zwecke und seiner Total-Einrichtung nach fremdartigen Bau im heimathlichen griechisch-römischen Styl auszuführen; der dann gegen den in solchen Fällen auch bei den derartigen Tempeln Italiens beibehaltenen ägyptischen Styl der Statuen sonderbar abstechen mufste. Der Vorhof war mit einer zweistöckigen Säulenstellung umgeben, welche sonst auch bei Tempeln gebräuchlich war, grade hier aber, da sie an ägyptische Kunst erinnert, am wenigsten pafste.

In die Zeit des Severus und Caracalla gehören auch, nach den Inschriften vom Jahr 3 v. Chr. bis auf Diocletian, die Ruinen von Baalbek und Palmyra. Ihre Ausdehnung und Pracht erregen eben so sehr Stau-

nen, als der verderbte Styl Bedauern. Das Material ist überall Marmor, der Styl, mit wenigen Ausnahmen, corinthisch.

Aus Baalbek sind besonders folgende drei Gebäude zu nennen.

Erstlich, der grofse Tempel. Er steht auf einer bedeutenden Substruction aus Quadern, welche zum Theil 30 Fufs lang, 10 Fufs breit, 13 Fufs hoch, einige davon sogar 60 Fufs lang sein sollen. Vorn ist eine Halle, mit einem Porticus von 12 Säulen zwischen den Eckmauern; welches an ägyptische Art erinnert Eine sehr hohe Freitreppe führt hinan. Darauf folgt ein sechsseitiger Vorhof, dessen Vorder- und Hinterwand Pfortenbaue, jede mit drei Thoren, bilden, und vor dessen vier Seitenwänden Säulenhallen sind. Nun folgt ein zweiter, viereckiger Vorhof, von 400 Fufs in Quadrat; zu beiden Seiten sind offene Säulensäle und abwechselnd halbrunde Exedern; in den Ecken sind geschlosseue Gemächer. Der Tempel selbst ist 300 Fufs lang uud 160 Fufs breit und ein Decastylos-peripteros; die Säulen haben 7 Fufs im Durchmesser.

Der zweite Tempel ist ein gewöhnlicher Octastylos-peripteros, mit Säulen von 6 Fufs im Durchmesser. Davor sind ebenfalls hohe Freitreppen; im Innern sind Säulen-Nischen an beiden Seiten; an dem hintern Giebel ist eine erhöhte Tribune, mit einer Pfeilerstellung davor.

Der dritte Tempel ist ein kleiner Monopteros, auf einem hohen Unterbau, welcher mit vortretenden Ecken ausgeschweift ist; auf den Ecken stehen Säulen, die aber sonderbarerweise keinen Umgang gebildet haben.

Zu *Palmyra* finden sich Säulengänge, Tempel, Märkte, Basiliken, Ehrendenkmäler und Grabmäler; aber keine Theater, Rennbahnen, Gymnasien uud Amphitheater.

Die Grabmäler vor der Stadt sind gröfstentheils thurmartige Gebäude, mit Absätzen; doch ist darunter auch ein tempelartiges Gebäude, im Innern, an drei Seiten, mit Sargkammern, in der Mitte mit einem freistehenden Tabernakel.

In der Mitte, und fast in der ganzen Länge durchlief die Stadt ein 4000 Fufs langer, dreifacher Säulengang, im korinthischen Styl: der mittlere Gang für Wagen, die beiden Seitengänge für Fufsgänger; die Richtung bricht sich ein paarmal, und, um dies zu verstecken, ist an einer Stelle ein Pfortenbau mit nicht parallellen Fronten angebracht; an einer andern Stelle findet sich eine Unterbrechung durch einige kleine Denk-

mäler, nemlich Statuen unter einem Baldachin, von vier corinthischen Säulen getragen und das Ganze auf einem Piedestal ruhend. An einer dritten Stelle stöfst rechtwinklig auf die Strafse ein langer, mit Säulenhallen umgebener Markt, oder Dem Aehnliches, in der Grundlage circusförmig.

Der grofse Tempel des Sonnengottes ist ein 200 Fufs langer, 110 Fufs breiter Pseudodipteros-octastylos. Der Eingang an der einen langen Seite liegt nicht ganz in der Mitte, jedoch der Aufsenpforte der Umfassung gegenüber. Im Innern sind zwei viereckige Nischen, mit Seitenkammern für die Tempelstatue, an jedem Giebel eine, also einander gegenüber. Die Zelle ward vorn durch Fenster erleuchtet. Der Vorhof des Tempels hat über 700 Fufs im Quadrat; die Mauern an beiden Seiten sind durch Pilaster verstärkt und haben innen an drei Seiten eine doppelte Säulenhalle und eine einfache, jedoch eben so breite Halle an der vierten Seite. Dieser Vorhof ist ganz mit Marmorquadern gepflastert. Es befinden sich darauf zwei Becken, jedes von 230 Fufs lang, 140 Fufs breit und 16 Fufs tief. Die Becken waren unstreitig Teiche; wie in Aegypten. Den Zugang zu dem Vorhofe bildete ein prächtiger, dreifacher Pfortenbau, aufsen und innen mit Säulenportiken; davor ist eine hohe Treppe.

Von den kleinen Tempeln gehört der eine, der einen besseren Styl zeigt, dem Zeitalter Hadrians an.

Noch ist besonders eine Basilica von Interesse. Sie hat einen oblongen Grundplan und einen hohen Unterbau. Der mit vier Säulen gezierte Eingang tritt nicht vor; in der Mitte der einen langen Seite ist eine bedeutende Freitreppe, welche jedoch nicht die gewöhnlichen Wangen hat, sondern auf beiden Seiten wiederkehrt. Hinter dem Eingange ist ein, wenig tiefer Flur; geradezu ist der Saal mit dem Tribunal; rechts und links sind Säulenhallen, in deren jeder die Decke von vier mal fünf, also von zwanzig Säulen unterstützt wird. Diese Anordnung, welche in römischen Gebäuden nicht vorkommt, erinnert uns ganz an die Säulensäle oder viersäuligen Räume der Aegypter. Es darf uns auch nicht wundern, hier und an andern Stellen zu Palmyra in der Anlage Spuren einer anderen, hier in älteren Zeiten heimisch gewesenen Kunst anzutreffen, wenn gleich der Styl durchaus römisch ist; denn heimisch war ein älterer Kunststyl hier wirklich.

*Hirt* rechnet noch in diese Zeit das oben schon erwähnte Grab des Absalon, und die übrigen Gräber zu Jerusalem; auch das in der Be-

schreibung der jonischen Alterthümer mitgetheilte Grabmal zu Mylasa in Carien, welches auf einem hohen Unterbau ein quadratischer offener Pavillon war: an den Ecken mit Pfeilern und dazwischen mit Säulen von ovaler Grundfläche und mit einem treppenförmigen, innen ausgehöhlten Dache. Dieses letztere Denkmal könnte, obgleich der Styl im Einzelnen fast noch zu gut ist, wohl hierher gehören; die erstern aber deuten bestimmt auf eine frühere Zeit.

*Die nachfolgenden Kaiser, bis zu Galienus.*

Von den Werken des Heliogabalus und der meisten andern Kaiser ist nichts Bemerkenswerthes anzuführen. Vom Alexander Severus mag bemerkt werden, dafs er die Bildsäulen grofser Männer auf dem Forum des Trajan aufstellen liefs, in seiner Haus-Capelle aber, unter andern Bildern von Männern, die sich durch Gelehrsamkeit und frommen Wandel ausgezeichnet hatten, auch die von Virgil, Cicero, Apollonius, Abraham und Christus. Christum wollte er unter die Götter aufnehmen und ihm einen eigenen Tempel errichten. Ein wichtiger Bau, den er jedoch nicht vollendete, war die Basilica Alexandrina, 1000 Fufs lang, 100 Fufs breit und ganz auf Säulen ruhend; also von der gewöhnlichen Form abweichend. Zu Bajä zeigen sich Ruinen, welche seinem dortigen Pallast angehören mögen. Zu Antinoe in Aegypten ist seine Ehrensäule noch vorhanden.

Bei seinem frühen Tode errichtete man diesem Kaiser in Rom ein ansehnliches Grabmal. Dieses Grabmal, für welches früher das hügelförmige Monument am Wege von Rom nach Frascati gehalten wurde, sucht *Hirt* in dem, mit dem sogenannten Circus des Caracalla verbundenen Denkmal, indem er auch diesen Circus als mit dazu gehörig und zur Feier von Spielen zu Ehren des Verstorbenen bestimmt, betrachtet. Es ist indefs nicht wohl einzusehen, warum der Circus nothwendig zum Grabmal gehört haben solle; denn er steht mit ihm in keinem weitern Zusammenhange, als dafs sie einander nahe liegen, jedoch unregelmäfsig gegeneinander. Dieses Letztere macht es sogar wahrscheinlich, dafs sie nicht gleichzeitig aufgeführt wurden. Der Circus ist am besten erhalten und giebt uns allein einen deutlichen Begriff von dieser Gebäude-Art; der Obelisk, welcher auf der Spina stand, steht jetzt auf dem Platze Navona. Das Denkmal selbst liegt in der Mitte eines viereckigen, wie gewöhnlich mit Hallen um-

gebenen Vorhofes; es war rund und hatte zwei Stockwerke: ein unteres, niedriges, dessen Gewölbe sich auf einer Säule in der Mitte stützte, für die Sarcophage und Urnen, und ein anderes, hoch überwölbtes, in Form eines Tempels, zur Aufstellung der Statuen.

Die *Gordianer* erbauten ihr Familien-Denkmal von runder Form, mit nach innen vortretenden Säulenstellungen. Es wird, nebst der Villa an der Pränestinischen Heerstrafse, als prachtvoll gerühmt. In dieser war eine Halle, welche auf 200 Säulen ruhte, je 50 aus carystischem, claudischem, synnadischem und numidischem Marmor. Ferner drei Basiliken, jede durch 100 Säulen unterstützt; so wie viele bewunderte Thermen. Man sieht von dieser Villa nur noch unkenntliche Ruinen.

Dem Kaiser Philipp wird die Erbauung einer Stadt in Arabien zugeschrieben. Vielleicht sind die Ruinen derselben diejenigen, welche *Bankes* entdeckte.

*Galienus.*

Aus der völligen Verwirrung, welche jetzt über das Römerreich hereinbrach, ist auch im Gebiete der Kunst nichts Erfreuliches mehr zu erwarten; wenn gleich noch riesenmäfsige Plane gemacht wurden, wie z. B. der des Galienus, seine 240 Fufs hohe Bildsäule, als Helios, auf dem esquilinischen Berge aufzustellen. Wir haben nur noch von einem, ohne alle Bildwerke aufgeführten Bogen, mit corinthischen Pilastern und aus Travertin statt aus Marmor gebaut, zu berichten, welcher zu Ehren des Kaisers und seiner Gemalin noch bei seinen Lebzeiten errichtet wurde.

Wenn *Hirt* Recht hat, die Denkmäler zu Verona, nemlich Thore von zwei Stockwerken, darüber mit schraubenförmig cannelirten Säulen u. s. w., in diese Zeit zu setzen (und viel jünger dürften sie nicht sein), so geben dieselben einen starken Beweis, wie weit sich die Baukunst schon verirrt hatte.

*Claudius Gothicus.*

Er selbst unternahm nichts Bedeutendes. Anzuführen ist indefs die 10 Fufs hohe Statue von Gold, und die Säule, mit einer 1500 Pfund schweren Statue von Silber, welche ihm gesetzt wurden.

*Aurelianus.*

Aufser, dafs er die Stadtmauern von Rom, nach einer, wohl übertriebenen Angabe, auf 50 römische oder 10 deutsche Meilen erweiterte

und die Tiber vom Meere an bis zur Stadt mit Quaimauern einfassen liefs, errichtete er Winterthermen und eine 1000 Fufs lange Halle in den Sallustischen Gärten; auch einen Tempel des Sonnengottes. Er setzte den Architekten bestimmte Gehalte aus. An der Stelle, wo er fiel, errichteten ihm die reuigen Mörder ein prachtvolles Denkmal.

Von *Tacitus, Probus* und seinen Nachfolgern findet sich nichts Interessantes. Probus liefs viele nützliche Bauwerke durch seine Soldaten ausführen, um dieselben zu beschäftigen.

### *Diocletian.*

Von und unter diesem Kaiser wurde viel gebaut; besonders zu Rom, Mailand, Carthago und in Nicomedien. Ausgezeichnet sind seine Thermen zu Rom, deren Ruinen mehr als alle übrigen einen Begriff von diesen Anlagen geben. Wir werden sie weiter unten beschreiben und erwähnen hier nur, dafs Kreuzgewölbe, den Klostergewölben ähnlich, darin vorkommen. Ferner sind merkwürdig: seine Villa zu Spalatro, auf welche wir bei der Beschreibung der Gebäude-Arten zurückkommen werden, und seine, nach Pockock, etwa 114 Fufs hohe, also die frühern noch überragende Ehrensäule zu Alexandrien; der Stamm derselben ist ein einziger Granitblock. Aber so gewaltig alle diese Ruinen sind, so ist doch die Arbeit daran schlecht, und zwar sowohl in mechanischer als constructioneller Rücksicht.

### *Constantin.*

Das einzige, aus seiner Zeit erhaltene Denkmal ist sein Triumphbogen. Obgleich grofs dem Maafse nach, zeigt er doch einen sehr schlechten Styl; auch in den Sculpturen. Man hatte sich nicht gescheut, dabei den ältern Bogen des Trajan zu plündern; und so sieht man nun gute und schlechte Arbeit neben einander. Die Bildwerke deuten auf beide Herrscher.

Von den Bauwerken in Constantinopel, welches im Allgemeinen nach dem Vordilde Roms gebaut wurde, ist nichts Besonderes anzuführen, als etwa die abweichende, *runde* Form des Forums. Ueberhaupt schliefsen wir hier die kurze Beschreibung der römischen Bauwerke. Es war der Mühe nicht werth, über eine, von Anfang an verderbte Bau-Art ausführlicher zu sein. (Die Fortsetzung folgt.)

# 4.

# Auszug aus den Nachrichten des Herrn F. A. Ritters v. Gerstner über Eisenbahnen, Dampfschiffahrt und andere öffentliche Unternehmungen in Nord-Amerika.

(Fortsetzung der Abhandlung No. 13. im dritten und No. 17. im vierten Hefte funfzehnten Bandes.)

## Fünfter Bericht. Aus Macon in Georgia vom 1. Mai 1839.

Verhältnisse der Eisenbahnen zum Staat, Bankprivilegien, Darlehne. Schulden und Schuldscheine der Staaten.

Da die verschiedenen Nord-Amerikanischen Unions-Staaten nur in einzelnen Verwaltungszweigen vereinigt sind, und jeder für sich souverain ist und seine eigne Gesetzgebung hat, so ist auch die Einwirkung der Regierungen auf die Eisenbahnen in den verschiedenen Staaten verschieden. Jedoch gilt in den meisten Staaten Folgendes.

*Erstlich.* Die Bezahlung des Grund- und Bodens zur Bahn und zu Stationen geschieht entweder nach Uebereinkommen, oder wird, wenn sich die Partheien nicht vereinigen können, durch Schätzleute bestimmt. Diese sind angewiesen, auch den *Nutzen* anzuschlagen, der den Grund-Eigenthümern aus der Eisenbahn erwächst. Als z. B. vor zwei Jahren die Eisenbahnbrücke über den Raonokefluſs bei Gaston erbaut wurde, begehrte der Eigenthümer der Fähre daselbst eine seinem Verluste angemessene Entschädigung von 35 555 Thlr. Die Schätzleute aber erkannten, daſs der Werth seiner Ländereien durch die Eisenbahn um 28 444 Thlr. erhöht werde, und er muſste sich mit 7111 Thlr. begnügen. In vielen andern Fällen hat das Terrain zu der Bahn von den Eigenthümern unentgeldlich abgetreten werden müssen, weil sie so viel gewannen, als das Land werth war. In Europa wird wohl häufig dieses wichtige Princip nicht berücksichtigt.

*Zweitens.* Die Wahl und Bestimmung der Richtung und des Profils der Straſse wird in der Regel den Bau-Gesellschaften überlassen und

es werden in den Concessionen (Charters) nur die Endpuncte, selten ein oder zwei Puncte in der Mitte, benannt. Die Direction und die Ingenieurs sind nun, da sie freies Spiel haben, den Actionnairs und dem Publicum für die Ausmittlung der besten Linie verantwortlich und können nicht, wie z. B. in Frankreich, einen Plan, der von der Behörde bestätigt ist, als den Plan dieser ansehen.

*Drittens.* Die Schienen können zollfrei eingeführt werden. Es werden zwar Schienen auch auf mehreren Amerikanischen Eisenwerken gewalzt; allein sie kommen theurer zu stehen, als die aus England.

*Viertens.* Die Beamten, Conducteurs, Maschinenführer und andere zum Betriebe der Bahn nöthigen Personen sind vom Militair- (Miliz-) Dienste frei.

*Fünftens.* Die Concessionen werden unentgeldlich ertheilt. Auch von dem Ertrage der Bahn ist nur in wenigen besonderen Fällen eine Summe nach Procenten an den Staat zu bezahlen.

*Sechstens.* Nach einigen Concessionen darf in 20 bis 50 Jahren keine zweite Eisenbahn in einer bestimmten Entfernung von der concessionirten erbaut werden. Jede Eisenbahn ist für immer Eigenthum der Actionnaire.

*Siebentens.* Die Fahrpreise werden sehr liberal bestimmt, und nirgends hat der Staat die Bedingung gemacht, dafs die Eisenbahnen Truppen, Posten und anderes dem Staate Gehöriges für geringere Preise fortschaffen.

*Achtens.* Jede Beschädigung und Entwendung an einer Bahn wird strenge bestraft und, wenn durch Dergleichen, z. B. durch das Abreifsen einer Schiene, das Leben der Reisenden gefährdet wird, als Criminal-Verbrechen.

*Neuntens.* In einzelnen Staaten ist der Regierung das Recht der Erwerbung der Bahn vorbehalten. In solchen Fällen wird den Actionnairs das Capital, nebst 10 p. C. Zinsen, vom Tage der ersten Einzahlung angerechnet, bezahlt.

Aufser diesen Begünstigungen nimmt auch wohl der Staat, in Fällen, wo der Ertrag der Bahn die Zinsen nicht decken würde, einen Theil der Actien, sobald die Grundbesitzer und Kaufleute den Rest nehmen. In Virginien nimmt gesetzlich der Staat zwei Fünftheile der Actien, sobald Privatleute drei Fünftheile nehmen, ohne dafs weiter als durch diese Sub-

scription die Nützlichkeit der Bahn nachgewiesen und der Plan dazu vorgelegt wäre. Virginien besitzt bereits 70¾ Meilen Eisenbahnen, die über 7 Millionen Thaler gekostet haben; die Bevölkerung bestand 1830, auf den 3100 Quadratmeilen Fläche des Staats, in 741 648 Weifsen und 469 756 Schwarzen. Da die Neger nur mit ihren Herren reisen, so lassen sich eigentlich nur 239 Menschen auf die Quadratmeile rechnen, welche reisen; und da nun, wie oben bemerkt, der meiste Ertrag der Bahnen von dem Personenverkehr herkommt, so würden ohne solche Begünstigungen von Seiten des Staats hier schwerlich schon Eisenbahnen entstanden sein.

In einigen Staaten wurden *Bank-Privilegien* unter der Bedingung ertheilt, dafs die Actionnaire eine bestimmte Eisenbahn erbauen und dafs dann von den Ratenzahlungen auf die Actien die Hälfte zu der Eisenbahn verwendet werde; die andere Hälfte zum Bank-Capital. Von der Bank rechnet man 10 bis 12, von der Eisenbahn nur 4 p. C. Gewinn: also ergiebt sich ein Ertrag von 7 bis 8 p. C.; womit man zufrieden ist. In Georgien, welches vor 4 Jahren auf 2865 Quadratmeilen nur erst 299 292, also auf die Quadratmeile nur 104 weifse Bewohner hatte, wollten Privatleute keine Eisenbahn unternehmen. Die Regierung beschlofs also, eine 29 Meilen lange Hauptbahn für 5 688 888 Thlr. durch den schwierigsten Theil des Landes bauen zu lassen und dreien Compagnieen 25jährige Bank-Privilegien unter der Bedingung zu ertheilen, dafs sie noch 107 Meilen Eisenbahnen in den Hauptlinien bauten. Die dazu nöthigen 10 240 000 Thlr. wurden nun beinahe ganz von Privatleuten eingezahlt, und der Staat trug blofs 853 333 Thlr. zu drei Zweigbahnen als Actionnair bei. Jetzt sind schon 39 Meilen Eisenbahnen fertig; die übrigen sind grofsentheils in der Arbeit, und man hofft in 1½ Jahren das ganze Netz zu vollenden. Es wird also dieser Staat, der 1830 nur 104 weifse Einwohner auf die Quadratmeile hatte, nach 1½ Jahren 136 Meilen, also eben so viele Eisenbahnen besitzen, als ganz Europa. Der Staat trägt von den 15 928 888 Thlr. Kosten 6 542 222 Thlr., Privatleute tragen 9 386 666 Thlr. Ohne die Bank-Privilegien hätten Privatleute, da hier der gesetzliche Zinsfufs 8 p. C. ist, nie ihr Geld an Eisenbahnen gewagt. So wie nach den Bank-Privilegien auf 25 Jahre der Staat die Noten der Bank bei Zahlungen voll annahm, fanden die Actionnaire ihre Capitalien gedeckt, und drei grofse Eisenbahnen wurden sogleich begonnen. Jetzt ziehen noch die Eisenbahn-Actionnaire fast ihren ganzen Gewinn aus den Bank-Unternehmungen: allein nach 25 Jahren

wird der Verkehr wohl so zugenommen haben, dafs der Ertrag der Eisenbahnen dann an die Stelle jenes Gewinnes tritt.

Da, wo schon zu viele Banken vorhanden sind, oder die Regierung keine neue Banken gestatten will, giebt sie den Eisenbahn-Unternehmern *Darlehne*. Die Concessionen bestimmen, dafs, sobald die Compagnie 142 222 Thlr. (100 Tausend Dollars) ausgegeben hat, ihr die Hälfte davon in Staatspapieren (State scrips), die der Staat nebst Zinsen verbürgt, zum Verkauf gegeben werden. Verwendet sie abermals eine solche Summe aus eigenen Mitteln, so empfängt sie von neuem die Hälfte davon u. s. w. Andere Eisenbahnen, welche bis über die Hälfte gediehen, aber wegen Mangel an Mitteln ins Stocken gerathen waren, wurden mit Hülfe eines Darlehns vom Staate, beendigt. Die Bahn bleibt in solchen Fällen dem Staate verpfändet und der Ertrag mufs vor Allem zur Deckung der Zinsen verwendet werden. Die Staatsdarlehne wurden zum Theil in America, zum Theil in England, wenigstens zu 5 p. C. gemacht, und die Papiere werden zu 100 bis 110 p. C. in London verkauft, so dafs also die Amerikaner ihre Eisenbahnen zum Theil mit Englischem Gelde bauen. Die Zinsen werden aus dem Ertrage bezahlt und das Land hat den Vortheil der erleichterten Communication.

Nachdem die Föderal-Regierung schon vor vielen Jahren ihre aus den Kriegszeiten herrührenden Schulden bezahlt und 1837 von den 59¼ Millionen Ueberschufs ihrer Einnahmen über die Ausgaben 53⅓ Millionen an die einzelnen Staaten vertheilt hatte, fing sie an, Schatzkammerscheine (Bonds) auszugeben, die aber immer zur Verfallzeit eingelöset wurden. Die einzelnen Staaten aber haben zu Canälen, Eisenbahnen, Chausséen und Banken bedeutende Anleihen gemacht. Der kleinste Theil davon ist zu Chausséen verwendet, die man seit der Einführung der vollkommeneren Eisenbahnstrafsen aufgab. Im Frühling 1838 war der Betrag dieser Anleihen folgender.

| Name des Staats. | Jahr des Anlehns. | Bestimmung des Anlehns. | Procente für die Anleihe. | Betrag. Im Einzelnen. | Im Ganzen. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. Maine | 1830. | Zu Hospitälern, Elementarschulen etc. . . . . | 5, 5¼ u. 6 | . . . . . | 789 300 Thlr. |
| 2. Massachusetts | 1837. | Zu Darlehnen an Eisenbahn-Compagnieen . . . . | 5 | . . . . . | 6 101 332 - |
| | | | | Bis hierher | 6 890 632 Thlr. |

| Name des Staats. | Jahr des Anlehns. | Bestimmung des Anlehns. | Procente für die Anleihe. | Betrag. Im Einzelnen. | Im Ganzen. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Bis hierher | 6 890 632 Thlr. |
| 3. New-York | 1821. | Zu Canälen . . . . . | 5 | 779 377 Thlr. | |
| | | Desgleichen . . . . . | 6 | 17 022 113 - | |
| | | Darlehne am Hudson- und Delaware-Canal . . . | 5 | 1 137 777 - | |
| | | Darlehne an Eisenbahnen | 4½, 5 | 5 386 950 - | |
| | | Zur Flufsschiffahrt . . | 5 | 14 222 - | |
| | | Zu allgemeinen Schuld-Fonds . . . . . | 5 | 834 177 - | |
| | | Astor-Schuldscheine . . | 5 | 798 577 - | |
| | | | | | 25 973 193 - |
| 4. Pensylvania | 1821. | Zu Canälen u. Eisenbahnen | 5 | . . . . . | 34 332 448 - |
| 5. Maryland | 1824. | Zu einer Akademie der Medizin . . . . . | 5 | 42 666 - | |
| | | Zu einem Strafhause . . | 5 | 139 302 - | |
| | | Zur Taback-Inspection . | 5 | 110 933 - | |
| | | Der Baltimore- u. Ohio-Eisenbahn, dem Chesapeak- und Ohio-Canal und der Balt. und Susqueh. Bahn geliehen . . . . . | 5, 6 | 11 689 244 - | |
| | | Zu Washingtons Monument | 5 | 14 222 - | |
| | | Ausgaben wegen Unruhen | 5 | 109 558 - | |
| | | | | | 12 105 925 - |
| 6. Virginia | 1820. | Zu Canälen, Strafsen und Eisenbahnen . . . . . | 5, 6 | . . . . . | 5 873 349 - |
| 7. Süd-Carolina | 1820. | Zu Canälen und Strafsen | 5, 6 | 2 204 444 - | |
| | | Den Erben von Jefferson | 6 | 14 222 - | |
| | | Der Cincinnati und Charlestons Bahn . . . . . | 5 | 2 844 444 - | |
| | | Zum Wieder-Aufbau von Charleston . . . . . | 5 | 2 844 444 - | |
| | | Revolutions-Schuld . . | 3 | 275 584 - | |
| | | | | | 8 183 138 - |
| 8. Georgia | 1838. | Zu Eisenbahnen . . . | 5 | . . . . . | 2 844 444 - |
| 9. Alabama | 1823. | Zu Banken . . . . . | 5 | 11 093 333 - | |
| | | Zu Eisenbahnen . . . | 5 | 4 266 667 - | |
| | | | | | 15 360 000 - |
| 10. Mississippi | 1831. | Zu Banken . . . . . | 5 | . . . . . | 9 955 555 - |
| 11. Louisiana | 1824. | Zu Banken . . . . . | 5 | 26 951 111 - | |
| | | Zu Eisenbahnen . . . | 6 | 711 111 - | |
| | | Der Austrocknungs-Gesellschaft zu New-Orleans | 5 | 71 111 - | |
| | | | Bis hierher | 27 733 333 Thlr. | 121 518 684 Thlr. |

| Name des Staats. | Jahr des Anlehns. | Bestimmung des Anlehns. | Procente für die Anleihe. | Betrag. Im Einzelnen. | Im Ganzen. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Bis hierher | 27 733 333 Thlr. | 121 518 684 Thlr. |
| | | Den Erben Jeffersons . | 6 | 14 222 - | |
| | | Zu Hospitälern . . . | 5 | 177 778 - | |
| | | Zum Capitol . . . . | 5 | 142 222 - | |
| | | | | | 28 067 555 - |
| 12. Tenessee | 1833. | Zu Banken . . . . . | 5, 6 | 4 266 666 - | |
| | | Zu Strafsen . . . . | 5 | 168 059 - | |
| | | Zu Eisenbahnen u. Strafsen | 5 | 5 304 888 - | |
| | | Zu Flufs-Verbesserungen | 5 | 426 666 - | |
| | | | | | 10 166 279 - |
| 13. Kentucky | 1834. | Zu Banken . . . . . | 5 | 2 844 444 - | |
| | | Zu Canälen, Strafsen und Eisenbahnen . . . . | 5 | 1 685 332 - | |
| | | | | | 4 529 776 - |
| 14. Ohio | 1825. | Zu Canälen u. Eisenbahnen | 6 | . . . . . | 8 676 977 - |
| 15. Indiana | 1832. | Zu Banken . . . . . | 5 | 1 976 888 - | |
| | | Zu Canälen . . . . | 5 | 11 377 778 - | |
| | | Zu Eisenbahnen . . . | 5 | 3 697 778 - | |
| | | Zu Chausséen . . . . | 5 | 1 635 555 - | |
| | | Zu Flufsschiffahrt . . | 5 | 71 111 - | |
| | | | | | 18 759 110 - |
| 16. Illinois | 1831. | Zu Staatsschulden . . | 6 | 142 222 - | |
| | | Zu Banken . . . . . | 6 | 8 071 110 - | |
| | | Zu Canälen, Strafsen und Eisenbahnen . . . . | 5 | 3 845 689 - | |
| | | | | | 21 059 021 - |
| 17. Missouri | 1837. | Zu Banken . . . . . | 5 | . . . . . | 3 555 555 - |
| 18. Michigan | 1836. | Streit mit Ohio . . . | . | 142 222 - | |
| | | Zu Canälen, Strafsen und Eisenbahnen . . . . | 6 | 7 111 111 - | |
| | | Zu Darlehnen an Eisenbahnen | 6 | 170 666 - | |
| | | Zu einem Staats-Strafhause | . | 28 444 - | |
| | | Zur Universität . . . | . | 142 222 - | |
| | | | | | 7 594 665 - |
| 19. Arkansas | 1836. | Zu Banken . . . . . | . | . . . . . | 4 266 666 - |
| | | | | Zusammen | 219 194 288 Thlr. |

Die Schulden des Staats New-York zeigen sich hier gröfser, als sie im zweiten Berichte angegeben waren. Dieses rührt daher, dafs der Ertrag des Erie-Canals einstweilen verzinslich angelegt werden mufste, bis die Schuldscheine zahlbar waren. Deshalb ist hier die Canal-Schuld als getilgt anzusehen.

Es haben also, dem obigen Verzeichnisse zufolge, 19 Unions-Staaten seit dem Jahr 1820

| | |
|---|---|
| Zu Eisenbahnen, Canälen und Strafsen . . . | 139 379 522 Thlr. |
| Zu Banken . . . . . | 72 981 332 - |
| Zu andern Dingen . . . . . | 6 833 434 - |
| Zusammen | 219 194 288 Thlr. |

angeliehen, wovon, wie oben bemerkt, ein Theil an Actien-Compagnieen wieder ausgeliehen ist und daher von diesen zurück erstattet werden mufs. Im letzten Winter sind wieder etwa 22¾ Millionen Thaler, vorzüglich zu Eisenbahnen, bewilligt worden. Es beläuft sich also die öffentliche Schuld der Unionsstaaten für Communicationen im Innern auf etwa 162 Millionen Thaler, wovon der gröfste Theil schon realisirt ist, oder es doch in einem oder in zwei Jahren sein wird. Nur der kleinste Theil der Staatspapiere ist in den Händen von Amerikanern: der gröfste Theil befindet sich in England, wo die meisten Anleihen gemacht wurden, oder anderswo in Europa. Die vereinigten Staaten zahlen also jährlich an Europa über 7 Millionen Thaler an Zinsen ihrer Schuld für Eisenbahnen, Canäle und Strafsen; und dieser Betrag nimmt noch immer zu. Jeder Amerikaner hat aber die Ueberzeugung, dafs die innere Communication den Wohlstand seines Vaterlandes so sehr erhöhe, dafs die Zinsen und das Capital bis zur Verfallzeit dadurch aufkommen und dafs also die Communicationen selbst nachher als *reiner Gewinn* übrig bleiben werden. Möchte doch diese Ansicht auch in Europa Eingang finden!

## Sechster Bericht. Aus New-Orleans, in Louisiana, vom 20. Mai 1839.

Banken im Staate Louisiana, und öffentliche Bau-Unternehmungen daselbst.

Im Staate Louisiana ist der Mangel an Geld, ungeachtet der Baumwollen- und Zucker-Production, noch gröfser als in Georgia, wo, wie im vorigen Berichte erwähnt, der gesetzliche Zinsfufs 8 p. C. ist. Hier ist er 10 p. C., und es läfst sich 15 bis 20 p. C. gewinnen. Es würde sich also hier zu Unternehmungen, die bei der schwachen Bevölkerung keinen bedeutenden Ertrag versprechen, kein Geld finden. Gleichwohl sind dergleichen Unternehmungen seit 6 bis 8 Jahren auch hier in grofsem Umfange ausgeführt worden; blofs mit Hülfe der Banken. Nemlich

*Erstlich,* der Canal von New-Orleans nach dem See Pontchartrin. Am 5. März 1831 concessionirte der Staat eine Canal- und Bank-Gesellschaft mit 40 000 Actien zu 142⅔ Thlr. (100 Dollars), um einen Canal aus dem Innern der Stadt New-Orleans durch die Cypressen-Sümpfe bis zu dem See Pontchartrin zu bauen und den übrig bleibenden Theil des Capitals zu Bankgeschäften zu verwenden. Der Canal sollte in der Oberfläche 58¼ Fufs breit und so tief sein, dafs 6 Fufs tief gehende Schiffe ihn befahren könnten. Innerhalb der Stadt war ein Bassin, und am See ein hinreichender Hafen zu bauen. Die Werke mufsten innerhalb eines Jahres angefangen und in 6 Jahren beendigt werden, wenn die Concession nicht erlöschen sollte. Die Gesellschaft durfte höchstens 10,9 Silberpfennige für jeden Centner Gehalt der Schiffe erheben, die den Canal befahren würden. Während 35 Jahren sollte die Gesellschaft steuerfrei sein und nach dieser Zeit der Canal und eine längs derselben zu bauende Strafse an den Staat übergehen. Die Ausführung dieses, für den Staat so wichtigen Canals war sehr schwierig, da die Sümpfe, welche er durchzieht, so ungesund sind. In dem Cholera-Jahr 1833 starben 6000 von den an dem Canal arbeitenden Irländern. Obgleich der Canal nur 2564 Ruthen lang ist, dauerte doch der Bau vom Nov. 1831 bis zum 27. Decbr. 1835; wo die ersten Schiffe darauf fuhren. Die Kosten betrugen bis Ende 1838 schon 1 777 777 Thlr., und da man den Canal im nächsten Jahre bis auf 116½ Fufs verbreiten will, damit er für Dampfschiffe fahrbar sei, so werden die Kosten wohl auf 2 844 444 Thlr. steigen. Der bisherige Ertrag des Zolles belief sich im Jahr 1836 auf 13 140 Thlr., im Jahr 1837 auf 18 822 Thlr., im Jahr 1838 vom Canal auf 25 992 Thlr. und von der Strafse auf 4423 Thlr.; wovon noch die Erhaltungskosten abgehen, die sehr bedeutend sind, da hier ein Zimmermann oder Maurer 4 Thlr. 8 Sgr. und ein gewöhnlicher Arbeiter 2 Thlr. 4 Sgr. Tagelohn erhält. Die Unternehmer würden also ohne Bankprivilegium ihre Rechnung nicht gefunden haben.

*Zweitens.* Die Wasserwerke in der Stadt New-Orleans. Am 1. April 1833 concessionirte der Staat Louisiana eine Actien-Gesellschaft, um mit einem Capital von 4 266 666 Thlr. die Stadt New-Orleans mit Wasser zu versorgen und die übrig bleibende Summe zu einer *Handelsbank* zu verwenden. Zu den Wasserleitungswerken mufsten jährlich 142 222 Thlr. verwendet werden, so lange, bis der gröfste Theil der Stadt und

der Vorstädte Wasser erhalten hätten. Die Bezahlung der Einwohner für das Wasser waren so abgemessen, dafs die Gesellschaft in den ersten 5 Jahren höchstens 15, mithin höchstens 10 p. C. vom Capital reinen Gewinn hatte. Nach 35 Jahren kann die Stadt die Wasserwerke nebst Zubehör für den Taxpreis kaufen, und 5 Jahre später, jedenfalls aber nach 50 Jahren, erlischt die Concession. Die Gesellschaft baute demgemäfs einen grofsen Behälter, in welchen das Wasser aus dem Missisipi durch Dampfkraft gehoben und durch, jetzt 9858 Ruthen lange Röhren in die Stadt und in die Häuser geleitet wird. Eine Familie von 6 Personen bezahlt jetzt jährlich 28 Thlr. 13⅓ Sgr.; für jede Person über 6 werden jährlich 2 Thlr. 25⅓ Sgr. bezahlt. Ein Gasthaus zahlt jährlich 71 Thlr. 3⅓ Sgr. und 3 p. C. der Hausmiethe. Für ein Pferd werden 4 Thlr. 8 Sgr., für einen Wagen 4 Thlr. 8 Sgr., für ein Privatbad 7 Thlr. 3⅓ Sgr., für ein öffentliches Bad 19 Thlr. 27⅔ Sgr. jährlich bezahlt. Noch ist nicht der vierte Theil der Stadt mit Wasser versorgt, und schon betragen die Kosten 1 280 000 Thlr. Der Ertrag belief sich 1857 auf 11 387 Thlr., 1838 auf 24 178 Thlr. und für 1839 rechnet man auf 35 556 Thlr. Ohne Bank-Privilegium würde das Unternehmen nicht rentirt haben.

*Drittens.* Die Beleuchtung der Stadt New-Orleans mit Gas wurde durch Privat-Unternehmungen wiederholt versucht, kam aber erst in ordentlichen Gang, als eine Gesellschaft mit einem Capital von 8 533 333 Thlr., wovon erst der dritte Theil eingezahlt ist, das Bank-Privilegium erhielt. Es sind 640 000 Thlr. für die Gaswerke verwendet und 5128 Ruthen Hauptröhren und 17 092 Ruthen Neben-Röhren gelegt worden, welche 3500 Flammen speisen. Die Gesellschaft legt die Röhren bis zu den Hausthüren und der Hauseigenthümer bezahlt die Vorrichtung innerhalb des Hauses. In jedem Hause ist ein Gasometer und man bezahlt 10 Thlr. 26 Sgr. für 1000 Cubikfufs Gas. Die Steinkohlen zum Gas kommen stromab von Pittsburg am Ohio, 427 Meilen weit her und es kostet der Centner nur 10½ Sgr. Die Gas-Unternehmung rentirt weit besser, als die beiden vorigen.

*Viertens.* Amerikanisches Exange-Hotel zu New-Orleans. Die Stadt hat 75 000 Einwohner, von welchen 25 000 Franzosen, 20 000 Amerikaner und 30 000 Sclaven sind. Im Winter kommen 10 bis 15 Tausend Fremde wegen des milden Climas und Geschäfte wegen hieher; im Sommer dagegen wandert ein grofser Theil, der Fieber wegen, aus. Da so ein grofser Theil

der Einwohner vom Mai bis Ende October nicht anwesend ist, so konnte kein Gasthaus bestehen. Der Staat concessionirte daher am 26. Januar 1836 eine Gesellschaft mit 2 844 444 Thlr. Capital, um ein Gasthaus für wenigstens 426 666 Thlr. zu bauen, und dazu den Platz zu kaufen. Die Actionnaire, sämmtlich Amerikaner, baueten darauf ein, einem Königlichen Pallaste gleichendes Haus, welches 924 444 Thlr. kostete und für 42 666 Thlr. jährlich verpachtet ist. Aber die Erhaltung und Einrichtung ist so kostbar, dafs die Gesellschaft ohne das Bank-Privilegium nie ihre Rechnung gefunden haben würde.

*Fünftens.* Französisches Exange-Hotel zu New-Orleans. Die Franzosen sind in dieser Stadt immer in einer Art von Opposition zu den Amerikanern; und so wurde am 9. Febr. 1836 noch eine andere Gesellschaft, mit dem Capital von 2 844 444 Thlr., auf 25 Jahre concessionirt, um ein grofses Hotel, nebst Börse, in dem französischen Stadttheile zu erbauen und 3 Dampfschiffe zu den Fahrten in den Umgebungen der Stadt anzukaufen, den Rest des Capitals aber zu Bankgeschäften zu verwenden. Die Gesellschaft baute ein Hotel, in grofsartigstem Style, für 1 308 444 Thlr. und verwendete aufserdem 128 000 Thlr. auf die Dampfschiffe. Der reichliche Gewinn von der Bank und der mäfsige Gewinn von dem Gasthause, der Börse und den Dampfschiffen, gewähren zufriedenstellende Zinsen des Capitals.

*Sechstens.* Eisenbahnen mit Banken. Der Staat gab der Carrollton- und den Atchefalaya-Eisenbahn-Gesellschaft, mit 4 266 666 Thlr. und 2 844 444 Thlr. Capital, ein Bank-Privilegium.

*Siebentens.* Realitäten-Banken in Louisana. Die Zuckerrohr- und Baumwollenpflanzer in Louisiana waren in einer gedrückten Lage, weil ihre Pflanzungen bedeutende Capitalien erfordern, die erst am Ende des Jahres wieder eingehen. Die Arbeiter sind hier sämmtlich Neger, da die Weifsen das Clima nicht ertragen. Ein Neger von 20 bis 30 Jahren kostet 2133 bis 2844 Thlr. Der Herr Verfasser sah in einer Auction in Alabama 569 bis 711 Thlr. für 10jährige Negerinnen bezahlen. Getraide, Rinder und Geflügel werden in den südlichen Staaten nicht erzeugt, sondern kommen 430 bis 640 Meilen weit her, und sind also sehr theuer. Hatte daher der Pflanzer kein zulängliches eignes Capital, so mufste er zu übermäfsigen Zinsen Geld leihen, da schon der gesetzliche Zinsfufs 10 p. C. ist. Der Staat privilegirte deshalb *Realitäten-Banken* (Real

Estate or property banks), in welche die Actionnaire nicht baares Geld, sondern Hypotheken (mortgages) einlegten, auf welche dann der Staat zu 5 p. C. Geld in Europa lieh. Die Actionnaire haben das Recht, aus dieser Bank Anleihen, bis zum halben Nominalwerth ihrer Grundstücke, zu $6\frac{1}{2}$ p. C. jährliche Zinsen zu nehmen; die Dividenden werden zum Capital geschlagen und erst nach mehreren Jahren ausgezahlt. So entstanden nach und nach drei Property-banks: nemlich die Consolidated-association mit 3 555 555 Thlr., die Unions-Bank mit 9 955 555 Thlr. und die Citizens-bank mit 8 533 333 Thlr. Staatsdarlehn, welches letztere auf das Doppelte erhöht werden kann. Die Staatsdahrlehne der ersten zwei Banken wurden in London, das der dritten Bank in Amsterdam negoziirt. Die Citizens-Bank wurde *zuletzt* etablirt und am 30. Januar 1836 concessionirt. Es wurden die Erfahrungen bei den beiden ersten dabei schon berücksichtigt. Sie ist wie folgt eingerichtet.

1) Die Bank ist auf das Pfand von 20 480 000 Thlr. Hypotheken gegründet und der Staat leiht darauf 17 066 666 Thlr., also auf jede 120 Thlr. Hypothek 100 Thlr. Pfänder sind cultivirte Ländereien, Sclaven, Häuser und rentirende Bauplätze in den Städten; auch kann ein Fünftheil der Pfänder in uncultivirten Ländereien bestehen. Der Werth der Ländereien wird nach ihren wirklichen Verkaufspreisen (Cash value) angenommen. Die Erwerbstitel werden genau geprüft.

5) Der Staat Louisiana garantirt die Zinsen von 5 p. C., und das Capital, nach dem obigen Maafsstabe abgemessen, wird zu 5 gleichen Theilen binnen 14, 23, 32, 41 und 50 Jahren, vom 1. Febr. 1836 angerechnet, zurückgezahlt.

3) Die Bank stellt, gleich allen andern, Noten und Wechsel aus, kauft und verkauft in- und ausländische Wechsel und Zahlungs-Anweisungen; sie leiht Geld auf Grundstücke, kauft und verkauft alle Arten öffentlicher Papiere, so wie edle Metalle; jedoch dürfen die Anleihen, die Discontos und andere Vorschüsse zusammen nie den doppelten Betrag des effectiven Capitals der Bank überschreiten.

4) Der Disconto der Bank darf nicht höher sein als 6 p. C. für Wechsel auf 124 Tage, 7 p. C. für Wechsel auf längere Zeit, $6\frac{1}{2}$ p. C. für Grundstücke.

5) Der Staat ist, gleich den Actionnairs, berechtigt, 711 111 Thlr. gegen 5 p. C. Zinsen auf gleiche Termine bei der Bank zu leihen.

6) Die sämmtlichen Actionnairs können gegen Verpfändung ihrer Actien die Hälfte des Betrags derselben von der Bank leihen, müssen aber, wenigstens ein Jahr vor dem in No. 2. bestimmten Termin, 20 p. C. der Anleihen zurückzahlen. Machen also alle Actionnairs von diesem Rechte Gebrauch, so mufs ihnen die Bank die Hälfte ihrer Fonds zu $6\frac{1}{2}$ p. C. leihen und kann daher nur noch über 6 826 666 Thlr. zu andern Geschäften verfügen.

7) Nicht-Actionnairs können Geld auf Grundstücke auf 10 Jahre von der Bank leihen, müssen aber jedes Jahr den 10ten Theil des Capitals zurückzahlen.

8) Bauende können bei der Bank die Hälfte des Werthes ihres Bauplatzes und der Gebäude gegen 7 p. C. Zinsen und 1 p. C. Comissions-Gebühren entleihen.

9) Die kleinsten Banknoten lauten auf 7 Thlr. $3\frac{1}{2}$ Sgr. (5 Dollar).

10) Die Actien sind verkäuflich; nur mufs der Käufer eine Realbürgschaft leisten, welche die Mehrheit in der Direction als genügend anerkennt.

11) 50 Jahre lang ist die Bank von Staats- und Bezirks-Steuern frei.

12) Staat und Actionnairs ernennen jeder 6 Directoren, die jährlich, am ersten Montag des Februars, neu gewählt werden. Der Präsident, welcher die Bank im Detail leitet, ist besoldet; die Directoren sind es nicht.

13) Nach Bezahlung der 5 p. C. Zinsen in Holland und der andern Ausgaben, wird der reine Gewinn auf folgende Art vertheilt. Der Staat erhält für seine Garantie der Anleihe, wenn die ganzen 17 066 666 Thlr. ausgeliehen worden sind, den *sechsten*, und wenn nur erst die Hälfte davon ausgeliehen ist, den *zwölften* Theil des Gewinns zur Verwendung für Elementarschulen. Die jährlichen Gewinne der Actionnairs werden ihm so lange zugeschrieben, bis die erste Serie zurückgezahlt ist; dann erhalten sie einen Fünftheil des Gewinns, und das Uebrige wird ihrem Capitale zugeschrieben, bis die zweite Serie bezahlt ist, u. s. w. Nach Rückzahlung der letzten Serie, also nach 50 Jahren, erhalten die Actionnairs den ganzen Gewinn.

Die Bank hat schon jetzt für die Pflanzer in Louisiana gute Wirkungen gehabt, und in wenigen Jahren werden sie, da sie sonst gröfstentheils in den Händen der Wucherer waren, in noch besserem Zustande sein. Die Actien tragen zwar noch keine Dividende, da der Gewinn blofs *zugeschrieben* wird, werden aber doch schon jetzt, im dritten Jahre, mit 120 p. C. bezahlt. Wer eine Actie verkauft, bekommt also 20 p. C. baar ausgezahlt.

(Fortsetzung folgt.)

# 5.

# Uebersicht der Geschichte der Baukunst, mit Rücksicht auf die allgemeine Culturgeschichte.

(Vom Herrn Bau-Inspector *C. A. Rosenthal* zu Magdeburg.)

(Fortsetzung der Abhandlung No. 2. im 1sten, No. 6. im 2ten, No. 8. im 3ten Hefte 13ten, No. 1. im 1sten, No. 7. im 2ten, No. 8. im 3ten, No. 12. im 4ten Hefte 14ten, No. 1. im 1sten, No. 9. im 2ten, No. 11. im 3ten No. 15. im 4ten Hefte 15ten, No. 10. im 3ten Hefte 16ten und No. 3. im 1sten Hefte dieses Bandes.)

## §. 107.

## *Die verschiedenen Arten der öffentlichen Gebäude der Römer.*

### *Tempel.*

Von vorn herein möchte man sich fast versucht fühlen, die runde Form der Tempel, welche bei den Griechen nicht vorkommt, bei den Römern aber schon in der frühesten Zeit gebräuchlich war, für die ursprüngliche hetrurische Tempelform zu halten. Die pelasgischen Schatzhäuser weisen darauf hin. Dann würde es nicht unwahrscheinlich sein, dafs die toscanische oblonge Tempelform schon von den Hellenen entnommen war; was, wenn wir uns an den Namen nicht stofsen, von den ältern Römern über Campanien her, welches sie bekanntlich ebenfallls bei ihren Bauwerken unterstützte, oder auch schon noch früher von den Tussciern oder Hetrurern selbst geschehen sein könnte. Diese Hypothese wird indessen dadurch wieder einigermaafsen wankend, dafs einestheils die runde Tempelform bei den Römern lange Zeit hindurch blofs auf die Vestatempel, wo sie eine symbolishe Bedeutung hatte, beschränkt blieb, und dafs zweitens, der erste, von Numa errichtete runde Vestatempel aus einem blofsen Weidengeflechte, mit Pappeln bedeckt, bestanden haben soll. Wir durften diese letzte schwache Spur der frühern allgemeinen Cultur nicht übergehen, lassen aber die Richtigkeit der Hypothese dahin gestellt sein; es kommt im Grunde darauf nicht viel an, ob die älteste allgemeine Cultur etwas früher oder später verschwindet. Jedenfalls kannten die Römer von frühester Zeit an, neben der runden, auch die viereckige Tempelform.

Dürfen wir den Nachrichten der Alten vom capitolinischen Tempel, so wie der Lehre *Vitruvs* vertrauen, so wich der toscanische Tempel in

seiner Form vom griechischen darin ab, dafs er sich mehr dem Quadrat näherte, die Vorhalle sehr tief, von allen drei Seiten offen war, und keine Flügelmauern hatte, und dafs, wenn nicht der Tempel ein Peripteros war, neben der Hauptzelle noch zwei Nebenzellen angebracht wurden. Diese Abweichungen sind nicht eben wesentlich; und daher mochte es kommen, dafs die Römer die griechischen Tempel auch in der Form nachbildeten, dabei indessen die runde Form nicht blofs beibehielten, sondern sie auch, und zwar schon unter Augustus, wie es das Pantheon, der Tempel des Mars ultor u. s. w. bewiesen, auch auf die Tempel anderer Götter anwendeten.

So wie man aber hier auf der einen Seite die Form, welche auf ein früheres Alterthum zurückweiset, festhielt: so entfernte man sich anderseits dem Geiste nach um so mehr von dem Princip der Alten. Noch bei den Griechen herrschte der Tempelbau bei weitem vor; die Römer dagegen errichteten zwar ebenfalls noch einzelne, grofse, prachtvolle Tempel: diese Tempel standen aber gegen die Theater, Thermen, Palläste, und selbst gegen die Privatwohnungen zurück, und die grofse Mehrzahl der Tempel gehörte den kleinern Gattungen an. Diese Erscheinung gründete sich nicht etwa auf einen Mangel an Religiösität, denn die Römer meinten es ernster mit ihrer Religion, als die Griechen; sie war nur eine natürliche Folge der allgemeinen Richtung der Entwickelung der Cultur.

### *Märkte.*

Die Märkte der Römer waren, gleich denen der Griechen, viereckig, und wurden mit Säulengängen umgeben, welche jedoch, nach *Vitruv*, zwei Stockwerke bekamen; was bei den Griechen in der besseren Zeit gewifs nicht geschehen wäre. Dafs das Forum in Constantinopel, hievon abweichend, rund war, und dafs über das Forum des Trajan auch durch die Mitte Säulengänge gingen, haben wir schon oben erwähnt. Diese Beispiele können übrigens zeigen, dafs auch hier die Vitruvische Regel nicht allgemein gültig war, wenn sie gleich durch das Forum zu Pompeji bestätigt wird. Umgeben wurden die Märkte (hinter den Säulenhallen) von andern öffentlichen Gebäuden.

### *Rathhäuser.*

Diese Gebäude lassen sich, ihrer Bestimmung nach, mit den griechischen Pnyx vergleichen: ihre Form war aber eine ganz andere; wenig-

stens zufolge der von *Stuart* gezeichneten Ruine der Pnyx zu Athen. Wie es scheint, waren die Curien entweder quadratische oder oblonge Räume, deren Höhe *Vitruv* im ersten Fall auf eine und eine halbe Breite, im zweiten auf die halbe Summe von Länge und Breite bestimmt: ein Verhältnifs, welches wohl nie stattgefunden hat.

### *Basiliken.*

Eine den Römern eigenthümliche Gattung von Gebäuden waren die Basiliken. Sie dienten theils zu gerichtlichen, theils zu kaufmännischen Verhandlungen. Es waren oblonge Gebäude; das Innere war gewöhnlich durch Säulenreihen in drei Schiffe getheilt; die Abseiten waren gerade bedeckt; der mittlere Raum war mit einem Tonnengewölbe überspannt, oder vielmehr, er bestand in einem überwölbten Saal mit einem Säulen-Umgange, der öfters in zwei Stockwerke getheilt sein mochte, und der also zwei Säulenstellungen übereinander hatte. Auch sind die auf uns gekommenen spätern Basiliken häufig nicht überwölbt; in der bessern Zeit mochte das Gewölbe wohl selten fehlen. Der Eingang mochte in der Regel in einem der Giebel sein, während am andern ein halbrunder Anbau zum Tribunal befindlich war. Doch hatte man auch kleinere Basiliken, mit nur einem einzelnen Schiffe, wie die drei nebeneinanderliegenden zu Pompeji; die Basilica Paula hatte ausnahmsweise fünf Schiffe. Die Basilica von *Vitruv,* mit dem Eingange in der breiten Seite, und die noch abweichendere Form einer in Palmyra sich befindenden Basilica, haben wir oben beschrieben. Es mögen solche Abweichungen vom Gewöhnlichen vielfach vorgekommen sein. Ueberhaupt läfst sich im Allgemeinen der Zweifel nicht unterdrücken, dafs die aus den dunkeln Nachrichten der Alten (zumal den unzuverlässigen Vitruvischen) und aus einigen Ruinen abgeleiteten Regeln im Alterthum wirklich Gültigkeit gehabt haben; wenn gleich grade die Basilikenform in den vielen, als christliche Kirchen auf uns gekommenen Basiliken mehr Bestätigung findet, als es bei andern Gebäude-Arten der Fall ist.

Die Comitien, Schatzhäuser und Gefängnisse übergehen wir, weil sich davon nichts Zuverlässiges findet.

### *Hallen.*

Die Hallen kommen bei den Römern wenigstens eben so häufig vor, wie bei den Griechen; und zwar waren es, wie bei diesen, in der

Regel blofse Säulengänge, gewöhnlich an der einen Seite mit einer Wand verschlossen. Man umgab mit solchen Säulenhallen die Märkte und Tempelvorhöfe und führte sie, wie zu Antinoe, Palmyra u. s. w. auf den Strafsen längs der Häuser fort, verband sie mit den Theatern, den Tempeln und fast allen übrigen Gebäude-Arten; auch baute man besondere Hallen. Desgleichen gab es Hallen ohne Säulen, und in spätern Zeiten statt der Säulengänge Arcaden; wo sich aber die Bogen in der Regel auch auf Säulen stützten. Von diesen Arcaden abgesehn, blieb man bei den Hallen und Tempeln am meisten den griechischen Vorbildern treu, weil sich zur Abweichung eben keine Gelegenheit darbot.

*Theater.*

Die Schauspiele der Römer hatten keine Chöre; weshalb denn die Orchestra nur zur Aufstellung von Sitzen für die Senatoren benutzt wurde. Vielleicht lag hierin der Grund, warum man die Theater halbkreisförmig baute, während die griechischen, um die Tymele im Mittelpuncte aufstellen zu können, gröfsere Kreis-Abschnitte waren. *Hirts* Restauration des griechischen Theaters, in seinem dritten Bande der Baukunst, stimmt mit den Ruinen nicht überein. Geringere Abweichungen der römischen Theater von den griechischen übergehen wir. Ein wichtigerer Unterschied zwischen den Theatern beider Völker ist indefs zu bemerken. Wir haben gesagt, dafs, so viel wir wissen, die Griechen immer *Berg-Abhänge* zu den Theatern benutzten: die Römer dagegen bauten ihre meisten Theater in der *Ebene*. Allerdings zwang sie dazu wohl zunächst die Nothwendigkeit: allein es drängt sich doch die Frage auf, warum die Römer die amphitheatralische Erhebung der Sitze, welche sich bei den Griechen von selbst ergab, nicht ermäfsigten; was die Baue nicht allein bedeutend wohlfeiler, sondern auch zweckmäfsiger gemacht haben würde. *Vitruv* beruft sich hier zwar auf die akustischen Gesetze, die er aber wohl (seine abentheuerlichen Schallgefäfse, von denen die Ruinen nichts zeigen, beweisen es zur Genüge) so wenig gründlich kannte, als manche andere Theile der Baukunst, so sehr er auch wegen seiner Kenntnisse gelobt worden ist. Man hätte, wenn man die Erhöhung der Sitze übereinander ermäfsigte, die Theater höchstens halb so hoch zu machen nöthig gehabt, und die Zuschauer hätten nicht allein eben so gut, sondern sogar noch besser gesehen und gehört. Der einfache Grund ist wohl nur, dafs die Römer die Theater überall erst durch die Griechen kennen lernten

und die Vorbilder dazu um so treuer nachahmten, als es gar nicht im Zeitgeiste lag, etwa der *Ersparung* wegen davon abzuweichen: es wäre ja eine Schande gewesen, ein Theater weniger hoch und grofsartig zu bauen, als die Griechen. Dafs die Römer die Theater grade *halbrund* machten, mag in ihrer Vorliebe für regelmäfsige Formen zu suchen sein. Strenge und Regelrechtigkeit lag nicht allein in ihrem Character, sondern es ist auch eine allgemeine Erscheinung, dafs man den Mangel an wahrer Kunst häufig durch strengere Symmetrie zu ersetzen sucht; was der dann vorherrschenden Verstandesthätigkeit ganz natürlich ist. Es scheint übrigens, als ob diesmal, nemlich bei der Form der Theater, *Vitruv* im Allgemeinen Recht habe; wenigstens sind die Theater zu Herculanum und Pompeji unten wirklich halbkreisförmig, und die Ruinen der griechischen Theater etwas mehr als Halbkreise, wenn sie gleich nicht grade genau die Form haben, welche *Vitruv* in dunkeln Worten angiebt. Dafs die übrigen Regeln *Vitruvs,* rücksichtlich der Treppen u. s. w., mit den Ruinen nicht stimmen, wurde schon bei den griechischen Theatern erinnert.

Wir haben es oben zweifelhaft gefunden, ob die Griechen die halbrunde Form des Theaters, als zu dem Princip ihrer Kunst nicht passend, angenommen haben würden, wenn ihre Theater förmliche Gebäude gewesen wären und eine vollständige äufsere Form dargeboten hätten. Bei den Römern war es anders: zu ihrem Baustyl pafste die runde Form so recht eigentlich; sie hatten von je her eine Vorliebe für dieselbe und behielten sie bis in die späteste Zeit bei.

Nach *Vitruv* zog sich hinter den obersten Sitzreihen ein Säulengang, häufig wohl auch eine Arcade umher, und das Dach dieses Ganges lag mit der Scena gleich hoch. Der Säulengang ist sehr wahrscheinlich; dagegen erheben sich Zweifel gegen die Bedachung der Scena. Die Bühne war freilich nicht tief, aber doch zu tief, um blofs die Sparren der hintern Räume im Rücken der Bühne, die auch schwerlich einmal die gleiche Höhe hatten, so weit ohne Unterstützung übertreten lassen zu können; die Unterstützung derselben aber fand, da keine Säulen gesetzt werden konnten, in der bedeutenden Breite der Bühne constructionnelle Schwierigkeiten. *Hirt* nimmt daher an, dafs die Ueberdeckung der Scena nur aus Teppichen bestanden habe; und dies hat in der That, da die Umgehung *Vitruvs* (gegen welche *Hirt* freilich sonst streng eifert) keinen gültigen Einwand abgeben kann, viel Wahrscheinliches. Ueberdeckte man doch

den Zuschauerraum mit einem Teppich, dem Velarium: warum nicht auch die Scene. Es war also in diesem Fall das ganze Theater nur mit einer Zeltdecke überspannt; und zwar mufste dieselbe (vielleicht aus mehreren einzelnen Theilen oder Bahnen bestehend) wohl leicht zurückgezogen werden können; denn Nero erlaubte sich öfter den Scherz, den Teppich plötzlich wegziehen zu lassen, damit ein Theil der Zuschauer in die Sonne zu sitzen käme. Aber auch von einer solchen Decke hat die Unterstützung, der bedeutenden Gröfse des Raums wegen, schon ihre nicht geringen Schwierigkeiten. Eher kann man sich die Vorrichtung zum Aufziehen des Vorhangs denken, welchen die Römer einführten. Ihn so wie die unsrigen zu machen, war wegen der Breite nicht gut möglich: deshalb mochte er insbesondere so eingerichtet sein, dafs man beim Beginn des Spiels ihn *hinunterliefs*, und ihn *hinaufzog*, wenn die Bühne verdeckt werden sollte; denn so brauchte nun der Vorhang nicht sehr hoch zu sein; und da der Rand der Bühne gegen die Orchestra beträchtlich höher war, so konnte man in mäfsigen Entfernungen Stangen hinter die Wand in die Höhe schieben, an welchen oben der Vorhang befestigt war; es war jetzt hinreichend, wenn der Vorhang eine Höhe von etwa 12 Fufs hatte. Die Worte Ovids, dafs man beim Aufziehen des Vorhangs erst die Köpfe der darauf abgebildeten Figuren, dann die Leiber, und endlich die Füfse, auf dem Boden aufstehend, zu sehen bekomme, scheint fast anzudeuten, dafs nur Eine Reihe Figuren darauf abgebildet war, mithin der Vorhang eben nicht hoch sein konnte.

Auf die noch immer nicht ganz ins Klare gebrachte Frage wegen der Einrichtung der Scene und der Decorationen können wir hier nicht näher eingehen. Wahrscheinlich haben Diejenigen Recht, welche annehmen, dafs die Rückwand der Scene, gleich der niedrigen Vorderwand des Proscениums und der Flügel, im Allgemeinen architektonisch geschmückt und dafs die Decorationen mehr nur angedeutet waren.

Eine deutliche Vorstellung von den römischen Theatern geben, rücksichtlich der Hauptgestaltung, die Theater zu Pompeji und Herculanum; nur dafs hier die Dächer fehlen und dafs ersteres Theater nicht ganz vollendet ist. Die Rückwand der Scena im letzteren Theater hat in der Mitte einen flachen, kreisförmigen Zurücksprung; die untere Hälfte der Scenenwand ist mit vorstehenden Säulen verziert; die obere Hälfte ist glatt.

### *Odeen.*

Odeen scheinen in Rom selten gewesen zu sein; indessen kommen, theils in den Thermen und Villen, theils einzeln, kleinere Theater vor, welche bedeckt waren, und welche zu dem Zweck der Odeen gedient zu haben scheinen. Wir haben oben nachzuweisen versucht, dafs das Odeion des Perikles zu Athen und andere derartige Gebäude, bis zu Alexander, gleich den Theatern, in Fels gehauen und unbedeckt waren. Bei den Römern darf uns indessen die förmliche Bedachung nicht auffallen; und auch die Odeen aus der römischen Zeit in Griechenland, wie das der Regilla, mögen bedeckt gewesen sein. Die Bedachung und die geringere Gröfse scheinen die Odeen von den Theatern unterschieden zu haben. Ob die Römer *alle* kleineren Theater bedeckten und sie dann als Theater und Odeen zugleich benutzten, darf füglich dahin gestellt bleiben; es kommt nicht eben viel darauf an. Dafs beim Odeion des Perikles, wie Plutarch sagt, die Dachsparren in einen Punct zusammenliefen, war, ohne weitere Unterstützung, für ein blofses Zeltdach hinreichend; bei förmlichen Dächern aber durfte der Durchmesser wohl nicht viel gröfser als 40 Fufs sein, wenn keine künstliche Decken-Construction nöthig sein sollte.

### *Amphitheater.*

Wir sahen, dafs das Vorbild zu den Amphitheatern durch Umdrehung der beiden Theater des Curio entstand. Dadurch war im Wesentlichen die ovale Grundform der Amphitheater gegeben; denn die beiden Theater durften, damit die Hörner der Halbkreise sich beim Umdrehen nicht trafen, nicht unmittelbar an einander stehn; es mufste, nachdem sie umgedrehet waren, ein Zwischenraum bleiben und folglich der Grundrifs einen, durch gerade Zwischenstücke verlängerten Cirkel bilden; woraus dann weiter, bei dem Bau feststehender Amphitheater, ein Oval gemacht wurde. Man behielt diese Form um so lieber bei, da sie zu gröfsern Kämpfen zwischen zwei Partheien bequemer war, als die Cirkelform.

Die Amphitheater dienten hauptsächlich zu den Thier- und Gladiatoren-Kämpfen: diesen entsetzlichen Vergnügungen der Römer.

Das gröfseste Amphitheater der Römer, das Colosseum, hat sich erhalten; es hat nahe an 600 Fufs im gröfsern und an 500 Fufs im kleinern Durchmesser; die Umfangsmauern sind 156 Fufs hoch. Um die ovale Arena, welche etwa 264 Fufs lang und 155 Fufs breit ist, erhebt

sich rings zum Schutze der Zuschauer gegen die wilden Thiere eine gegen 20 Fufs hohe Mauer, und auf derselben läuft ein breiter Gang umher, auf welchem die transportabeln Stühle für die Senatoren etc. standen. Dieser Gang hatte vorn auf der Mauer ein Geländer; auch waren noch zur gröfsern Sicherheit vortretende Zähne und Netze angebracht; auch (wahrscheinlich oben an der Mauer) noch Walzen, damit, wenn sich Thiere ankrallten, die Walzen sich drehten, und sie zurückfielen; unten in der Mauer waren Pforten, um die Thiere einzulassen, so wie zum Entweichen der von ihnen verfolgten Jäger. Um jenen Gang erhob sich amphitheatralisch, in concentrischen Ellipsen, die erste Abtheilung der Sitzreihen für die Ritter; dann kam ein zweiter, schmaler Gang und eine zweite Abtheilung Sitzreihen für das Volk. Immer ist die unterste Sitzbank durch einen Sockel erhoben, um bequemer über den Gang und über die etwa darauf Stehenden hinwegsehen zu können. Es folgt nun wieder ein Gang, und dann eine 22 Fufs hohe Mauer, mit vielen Thüren und Fenstern, und darüber die dritte, weniger zahlreiche Abtheilung von Sitzreihen für die gemeinen Leute. Ganz oben ist endlich der umlaufende Säulengang; mit Logen für die Frauen. Dieser letztere Gang scheint ein hölzernes Gebälk gehabt zu haben. Die Aufsenmauer ist noch höher, und über jenes Gebälk hin läuft noch ein auf Kragsteinen freischwebender Gang, von welchem aus die Matrosen die Velarien an Masten ausspannten, die von aufsen durch die vom obersten Gesims noch sichtbaren Löcher gesteckt waren und auf weiter unten befindlichen Kragsteinen feststanden. Aufsen ist die Umfassungsmauer in vier Stockwerke getheilt, über welchen noch eine Attica ist. Das untere Stockwerk hat, auf gewöhnliche Weise, dorische, das zweite jonische, das dritte corinthische Halbsäulen; alle drei mit Bogen-Oeffnungen dazwischen; das vierte endlich hat corinthische Pilaster, zwischen welchen zwei Reihen Fenster über einander sind, die das Innere der Substructionsgewölbe unter den Sitzen erleuchteten. Die untern Arcaden dienten sämmtlich zu Eingängen. In den gewölbten Hallen lagen ferner die zahlreichen Treppen, welche durch kleine Thüren auf die verschiedenen Gänge führten, während wahrscheinlich, wie bei den Theatern, noch mehrere Centraltreppen unmittelbar zwischen den Bänken emporführten. Die untern Gewölbe, zunächst an der Arena, mochten zu Käfigen für die wilden Thiere und zu andern untergeordneten Zwecken benutzt werden. Den Nachrichten zufolge waren

in der ersten und zweiten Sitz-Abtheilung die Bänke von Marmor, in der dritten aber von Holz. Diese Sitze, das Podium (oder der untere Rand) und der untere Säulengang fehlen den Ruinen.

Eine ähnliche Einrichtung geben auch die noch vorhandenen Amphitheater zu Verona, Nismes und Pola zu erkennen; nur dafs diese Amphitheater kleiner sind und weniger Stockwerke haben, auch die Sitze, ohne von Gängen unterbrochen zu sein, in die Höhe laufen.

Die Arena scheint einen künstlichen Fufsboden gehabt zu haben. Die Sorgfalt, mit welcher man die Brustmauer (Podium) gegen die wilden Thiere schützte, scheint anzudeuten, dafs der Fufsboden früher höher lag; denn bei der gegenwärtigen Höhe, von zwanzig und einigen Fufsen, war schwerlich eine Gefahr für die Zuschauer zu besorgen. *Hirt* glaubt, dafs man einen künstlichen Fufsboden aus Balkenwerk und Dielen herstellte; doch möchte ein Dielenboden, besonders für die Thierkämpfe, wohl nicht zweckmäfsig gewesen sein. Uebrigens wird uns erzählt, dafs Gesträuche und Felsen erschienen und sich bewegten, dafs die wilden Thiere aus Höhlen und Schlünden hervorsprangen u. s. w.; welches allerdings besondere Vorkehrungen erforderte. Auch hören wir, dafs die Arena, wie es schon unter August in dem Circus Flaminius geschah, unter Wasser gesetzt wurde, um Seegefechte vorzustellen. Noch ist zu bemerken, dafs auch viele Amphitheater aus Holz errichtet wurden.

### *Naumachieen.*

Die erste Naumachie des Julius Cäsar, und dann die des Augustus, waren blofs ausgegrabene Wasserteiche. Erst Domitian baute eine Naumachie mit steinernen Sitzen umher; dieselbe mag sich, aufser durch ihre bedeutende Gröfse, wenig von den Amphitheatern unterschieden haben. Es wird auch gemeldet, dafs Gladiatorengefechte und Thierkämpfe in den Naumachieen gegeben wurden. Das Wasser mufste also abgelassen werden können.

### *Circus.*

Der Circus war wieder ein den Römern eigenthümlicher Bau, und nicht, wie die Theater, von den Griechen entlehnt. Darum zeigten sich auch in der Einrichtung desselben wieder Eigenthümlichkeiten.

*Hirt* nimmt zwar an, dafs die Hippodromen der Griechen unstreitig eine ganz ähnliche Einrichtung gehabt haben müfsten, wie die Circus

der Römer: es wird dies aber durch nichts bestätigt. Die Stadien und Hippodromen der Griechen, wenn wir beide unterscheiden wollen, hatten in der eigentlichen Griechenzeit, die Wagenschuppen ausgenommen, wenige oder gar keine bauliche Einrichtungen, von welchen wir Nachrichten fänden; und höchst wahrscheinlich sah vielleicht, aufser den Beamten und Vornehmen, welche vorn auf wenigen Bänken sitzen mochten, die zahllose Versammlung den Spielen von den benachbarten Höhen aus stehend zu. Es lag gar nicht im Geiste der Griechen, solche Riesenwerke zu bauen, wie sie hier, um den sämmtlichen Anwesenden Sitze zu verschaffen, nöthig gewesen wären; auch können, nach der Localität, nur wenige Reihen Bänke vorhanden gewesen sein. Nur bei dem von *Pockock* beschriebenen Stadion zu Ephesus ist eine bedeutende amphitheatralische Umbauung zu vermuthen; doch ist dieser Bau, wie der des Theaters daselbst, römisch; wie solches die darin vorkommenden Gewölbe beweisen; und so sind denn auch die an den Enden einspringenden Mauer-Ecken, in welchen *Hirt* die Abtheilung eines besonderen Amphitheaters sieht, nicht befremdend. *Hirt* unterläfst bekanntlich öfter, die griechische und die römische Baukunst genugsam zu trennen.

Auch der sehr alte Circus zu Rom hatte anfänglich keine bauliche Einrichtung; wie wir es oben sahen. Wir geben hier eine Beschreibung der spätern Einrichtung des Circus unter den Kaisern, indem wir uns vorzugsweise auf die am meisten erhaltene Ruine des sogenannten Circus des Caracalla stützen.

Eine lange Bahn, an der einen Seite sehr flach gekrümmt, an der andern halbkreisförmig verschlossen, an der letztern und den beiden langen Seiten mit amphitheatralischen Sitzen umgeben, bildet die Hauptform. Die Bahn mufste von den Rennern mehreremale umkreiset werden; um dabei Verwirrungen zu verhindern, zog sich in der Mitte der Spina hin eine sehr breite, doch sehr niedrige, nur 20 bis zu 6 Fufs hohe Mauer. Sie war kaum halb so lang, als die Bahn selbst und divergirte ein wenig gegen die Axe; so dafs die Bahn rechts, in welche man zuerst hineinlenkte, etwas breiter war, als die linke am Ziele. An beiden Enden der Spina, in einem geringen Abstande von ihr, erhoben sich die Ziele (Metae), um welche man wendete, und die deshalb einen halbrunden Rücken hatten. Im Innern dienten diese Ziele zu Capellen; auf ihrer Plateform standen die alterthümlichen Zierden von je drei Kugeln. Die Spina war

so gestellt, dafs sich das erste Ziel nahe am Mittelpuncte des halbkreisförmigen Schlusses, das andere aber in bedeutend weiterer Entfernung von dem flachen Stirn-Ende der Bahn befand. Hier waren, einer neben dem andern, die Carceres oder die Hallen für die Wagen aufgestellt, welche durch Scheidewände von einander getrennt und mit Gittern verschlossen waren, die man beim Beginn des Wettlaufes alle zugleich mit Einem Drucke öffnen konnte. Damit hiebei keiner der Kämpfer einen Vortheil bekam, hatte man, sehr sinnreich, die Carceres in einen flachen Cirkelbogen gestellt, dessen Mittelpunct nicht in der Axe des Circus, sondern mehr nach der Mitte der rechten Bahn hin lag. Die Spina wurde mit Bildsäulen und andern Zierden besetzt: in der Mitte gewöhnlich mit einem Obelisk; nachdem man die Obelisken kennen gelernt hatte. Unter den Zierden ist auch noch das Gestell mit den sieben goldenen Eiern zu gedenken, von welchen man bei jedem Umlauf eins abnahm; denn es war Sitte, die Spina siebenmal zu umkreisen. Dem letzten Ziele gegenüber, an der linken Seite, von den Carceres aus, erhob sich aus den Zuschauersitzen die Kaiserliche Loge; eine zweite Loge, wahrscheinlich für diejenigen Beamten bestimmt, welche auf Ordnung zu sehen hatten, befand sich auf der rechten Seite, ziemlich der Mitte der Spina gegenüber. Am Ende des Circus, in der Mitte des halbrunden Schlusses, erhob sich, die Sitze unterbrechend, die Triumphpforte, durch welche die Sieger abzogen. Zwei thurmähnliche Baue, mit Treppen, erhoben sich am Ende der Carceres, auf deren Dach führend, auf welchem wohl ebenfalls Beamten, Musikanten u. s. w. ihre Plätze angewiesen sein mochten. Zu den Zuschauersitzen führten, wie bei den Amphitheatern, zahlreiche Zugänge und Treppen durch die Hallen, welche die Bänke trugen. Hinter den Carceres war ohne Zweifel ein mit Hallen umgebener Hofraum angebracht, wo die Wettkämpfer sich versammelten, loseten, und dann von hinten in die Carceres hineinfuhren.

Zum Schlusse mögen die Maafse von den drei Rennbahnen angegeben werden, welche uns allein bekannt geworden sind. Der Circus maximus war 2100 Fufs lang und 400 Fufs breit; der des Caracalla 1482 Fufs lang und 244 Fufs breit, und der Circus Vaticanus 928 Fufs lang und 160 Fufs breit.

Stadien erbauten die Römer, den Griechen nachahmend: z. B. Julius Cäsar, Augustus und Domitian, sämmtlich aber nur von Holz. Erst später

scheint man auch steinerne Stadien errichtet zu haben. Es haben sich Ruinen davon auf der Piazza Navona, in Verbindung mit den Thermen des Nero; ferner in der kaiserlichen Wohnung auf dem Palatin, und vor der Porta pia bei dem Grabmal der Constantia erhalten.

### *Thermen.*

Die Thermen waren nicht blofse Badehäuser, sondern ungefähr das, was bei den Griechen die Gymnasien waren. Wie weitläuftig diese Bauwerke waren, haben wir bereits früher bemerkt. Palladio hat uns von mehreren, zu seiner Zeit noch vorhandenen Thermen Zeichnungen aufbewahrt, leider aber mit mancherlei willkürlichen Restaurationen, ohne diese Restaurationen namhaft zu machen. Wir wählen zur Beschreibung die noch am meisten erhaltenen Thermen des Diocletian.

Auf einem viereckigen Hofe, welcher, ohne die Ausbaue und Mauern, 900 (Pariser) Fufs lang und 750 Fufs breit ist, steht in der Mitte das Hauptgebäude, von 630 Fufs lang und 390 Fufs breit. Man tritt zuerst in eine vor die Mitte der längern Front vortretende Halle; dann, nach der Axe des Gebäudes, in die Entkleidungsräume, von welchen der mittelste eine Rotunde mit Seitencabinetten ist. Darauf folgt, im Mittelpunct des Ganzen, das Ephebeum: ein von 8 mächtigen Granitsäulen längs der Fronten gestützter Saal von 156 Fufs breit und 72 Fufs tief, vorn und hinten mit kleinen Seitencabinetten verbunden. Hinter dem Ephebeum liegt, im Freien, einen Einschnitt in der Mitte der Hinterfront bildend, der Schwimmteich, von etwa 220 Fufs breit, 160 Fufs nach der Breite des Gebäudes tief, von einem Gange umgeben, auf welchem sich im Rücken des Ephebemus halbrunde Ruheplätze befinden.

Rechts und links, neben den so eben beschriebenen mittlern Räumen, ist die Einrichtung des Gebäudes auf beiden Seiten congruent. Wir lassen es dahin gestellt sein, ob dies nicht blofs der Restauration des Palladio zuzuschreiben sei, und bemerken nur, dafs eine solche Symmetrie im Grundrifs, auf die nur in so weit als sie die Anlage der Massen bedingt, also keinesweges im Speciellen etwas ankommt, und welche in der Regel nur auf Kosten der Bequemlichkeit erreicht werden kann, in der bessern Zeit nicht beobachtet, vielmehr sogar oft, namentlich von den Griechen, selbst mehr als recht sein möchte, vernachläfsigt wurde, und dafs sie sich

lediglich da findet, wo sie ungesucht und ganz von selbst entstand; wie bei den Tempeln.

Längs der vordern Fronte, zu beiden Seiten des Eingangs, lagen an jeder Seite vier Badesäle, für die lauen, kalten, warmen und Schwitzbäder: eine Abtheilung für die Frauen, die andere für die Männer. Hinter je den beiden ersten Sälen waren die Feuerungen.

Vom Ephebeo trat man rechts und links in Nebensäle. Jeder derselben hatte vier Nebenzimmer, und durch diese gelangte man in die Xysti: offene, mit Säulengängen umstellte Höfe, 204 Fufs nach der Tiefe des Gebäudes lang, und nahe an 90 Fufs nach der Länge desselben breit; An beiden Giebeln lehnten sich Hallen; welche sich nach dem Xystus hin öffneten. Hinter den Xysten, nach der Tiefe des Gebäudes, lagen die Schwitzbäder für die Athleten, und dahinter die Räume, wo sie sich einreiben und ölen liefsen. Neben diesen Räumen, aufsen am Giebel, waren die Feuerungen, und nach Innen sich öffnende Hallen an beiden Seiten des Schwimmteichs.

In der Umfangswand des Hofes, welcher mit Platanen bepflanzt war und zum Spaziergang diente, finden sich viele Ausbaue. Dem Eingange zum Baden gegenüber ist ein grofser, halbrunder Ausbau für das Theater, zu Tanz und Mimik; daneben rechts und links sind die Bibliotheken; an den Ecken sind zwei runde Tempel; an den andern drei Seiten zeigen sich viele viereckige und halbrunde Ausbaue: offene und geschlossene Hallen, zu Ruheplätzen und zu Wohnungen der Wärter bestimmt.

In der Hauptsache diesen ähnlich und nur mit wenig bedeutenden Abweichungen sind die übrigen Thermen eingerichtet. Es ist nur zu bemerken, dafs der Schwimmteich theils, wie wahrscheinlich bei den Thermen des Agrippa und Vespasian, ganz im Freien, theils, wie bei den Thermen des Caracalla und denen des Nero, ganz im Gebäude lag. Die Thermen des Titus zeichnen sich durch zahlreiche Nebenbaue in dem Umfange des Hofes aus, und, da sie am Abhange eines Berges angelegt waren, durch vielfach überwölbte Räume in den Substructionen, welche mit Malereien und Stuck verziert waren, deren Benutzungsweise aber nicht mehr zu errathen ist. In den Thermen des Caracalla, welche noch ausgedehnter als die des Diocletian waren, ist, aufser dafs der Schwimmteich im Gebäude selbst liegt, noch die Rotunde als Vorhalle, die eigen-

thümliche Form des Theaters mit gerader Rückwand, blofs an beiden Enden halbrund herausgebogen, und eine lange Reihe kleiner Gewölbe zu gemeineren Bädern, mit einem Säulengange darüber an der Rückseite des Hofes, zu bemerken.

Eine Frage, die sich bei der Betrachtung der complicirten innern Einrichtung der Thermen, so wie anderer weitläuftiger römischer Gebäude besonders aufdrängt, ist die: auf welche Weise die innere, nicht an den Umfangswänden liegenden Räume das Licht erhielten; denn dafs diese Räume nicht dunkel, sondern vielmehr hell erleuchtet waren, geht aus mehreren Aeufserungen der Alten hervor. Es hat wahrscheinlich, wie im Hypäthros, eine Erleuchtung von oben Statt gefunden: durch Kuppeln, wie z. B. im Pantheon, vermittelst eines runden Fensters in der Decke; in andern Sälen vielleicht durch oben angebrachte Seitenfenster, indem man die Decke höher legte als die Dachung der umliegenden Räume. Dieses Hervorheben einzelner Gebäudetheile und der Kuppel ist in dem römischen Baustyl characteristisch und eine seiner lobenswerthesten Eigenthümlichkeiten.

Eine kleine und schmucklose, aber interressante Ruine sind die Thermen zu Badenweiler. Man sieht hier vier Badesäle, für Frauen und Männer und für kalte und warme Bäder, nebeneinander, und darin noch die gemauerten Badeteiche, mit Stufen und Gang ringsum; dahinter die Schwitzbäder, deren Fufsböden auf einzelnen Pfeilern ruheten und von unten geheizt wurden, während man auch wohl in den Wänden die Wärme und den Rauch hinwegleitete. Auch zeigen sich die runden Laconica, welche *Vitruv* beschreibt: eine besondere Art von Schwitzbädern, in welchen ein Schild die Wärme mehr oder weniger zuliefs und sie regulirte. Aufserdem kommen noch Räume, ebenfalls mit schwebenden Fufsböden vor, in welchen man sich reiben und salben liefs, und andere, wo man sich entkleidete.

Ueber die Heizungsmethoden der Römer bemerken wir bei dieser Gelegenheit noch Folgendes. Die einfachste war, dafs man einen backofenähnlichen Raum heizte und, nachdem der Rauch abgeführt war, die Wärme aus demselben mittelst Röhren in die Zimmer leitete. Der zweiten Art der Heizung unter den Fufsböden, welche jedoch nur pafste, wenn eine starke Hitze verlangt wurde, haben wir oben gedacht. Sodann hatten die Römer auch Oefen; wie es aus dem Bilde einer Bade-Anstalt in

den Thermen des Titus hervorgeht; sie scheinen einfach, mit einem hohlen, überwölbten Raum im Innern, aus Ziegeln aufgemauert gewesen zu sein. Diese künstlichen und bequemen Erwärmungs-Arten scheinen aber zu *Vitruvs* Zeit, aufser den schwebenden Fufsböden, noch nicht bekannt gewesen zu sein; mindestens nicht ihr Gebrauch in Wohnungen; denn er spricht, wie schon bemerkt, davon, dafs man Räume, welche (auf alterthümliche Weise mittelst Feuer- oder Kohlen-Becken) erwärmt werden müfsten, nicht mit Farben u. s. w. schmücken solle, die durch den Rauch litten.

## §. 108.

## *Die Wohngebäude bei den Römern.*

### *Die städtischen Gebäude.*

Aus den acht Capiteln, welche *Vitruv* über den Bau der Wohnhäuser uns hinterlassen hat, lernen wir nur wenig Wesentliches; sie enthalten nur Stückwerke.

Auffallend ist die übertriebene Höhe, welche er den Höfen und Zimmern im Verhältnifs ihrer Ausdehnung giebt. Im Allgemeinen ersieht man indessen, dafs der Hofraum (Atrium) der wichtigste Bestandtheil der gewöhnlichen Häuser war. Um ihn her reiheten sich kleine Zimmer und Kammern. Der Hof hatte ringsum einen bedeckten Säulengang, oder auch nur einen vortretenden Dachrand, den man theilweise auch wegliefs, um dem Hofe mehr Licht zu geben. *Vitruv* spricht auch von *bedeckten* Höfen, die dem zweiten Stockwerk mehr Ausdehnung gäben. Dies waren denn also keine Höfe mehr, sondern Säle. Wie aber einem solchen Saale, der doch den Nebenräumen noch Licht mittheilen mufste, Helligkeit verschafft wurde, ist nicht wohl einzusehen, und der Umstand ist um so auffallender, da *Vitruv* sonst sehr auf reichliche Erleuchtung dringt. Selbst wenn hier der gewöhnliche, zwischen dem Hofe und der Strafse liegende Flur fehlte und in der Vorderfront reichliche Fenster ausnahmsweise vorhanden waren, würde die Erleuchtung der Nebenräume sehr mangelhaft gewesen sein. Vielleicht war aber nicht der ganze Hof bedeckt, sondern das zweite Stockwerk ragte nur über. *Vitruv* drückt häufig so unbestimmt sich aus.

Von den einfachen Privatgebäuden geht *Vitruv* sogleich zu den Pallästen der Grofsen über. Zu einem solchen Pallaste gehörten ein pracht-

voller Vorsaal; das Atrium mit den Säulengängen; häufig ein zweiter Hof, wieder mit Peristylen; die eigentlichen Wohn- und Schlafzimmer; die Gesellschaftssäle; die Speisesäle, mit denen man nach der Jahreszeit wechselte; die Bücher- und Bildersäle; die Archive, Basiliken und Bäder, welche letztere beide oft mit den öffentlichen Gebäuden dieser Art wetteiferten; Gesindewohnungen; weitläuftige Gärten u. s. w.

Die zu Pompeji ausgegrabenen Wohngebäude bestätigen im Allgemeinen die Angaben des *Vitruv.* Sie gehören aber sämmtlich der kleinern Gattung an. Sie sind, mit Ausnahme eines einzigen zweistöckigen Hauses in der Nähe des Theaters, nur einstöckig. Einige derselben liegen auf verschiedenartigem Terrain, so dafs nach dem höher liegenden Fufsboden des hintern Theils der Häuser Treppen führen. Sie stofsen durch gemeinschaftliche Zwischenmauern aneinander. An der Strafsenfront ist ein Flur, mit der Hausthür; daneben häufig ein nach der Strafse offenes Gemach, welches als Laden gedient zu haben scheint. Dahinter ist der Hofraum, mehrentheils mit Säulen; um ihn herum sind verschiedene, oft unbegreiflich kleine Zimmer, welche nach den Höfen hin Thüren, jedoch gar keine Fenster, oder auch nur ein Licht über der Thür haben. Selten ist die Anlage ganz regelmäfsig; häufig schiefwinklig: ein Umstand, den man bei der Restauration der Gebäude der Alten gewöhnlich aufser Acht läfst. Im Material und Styl findet sich viel Sparsamkeit beobachtet. Die Mauern, und sogar häufig die Säulenstämme, sind aus Bruchsteinen aufgemauert und mit Mörtel überzogen; die Ordnung der Säulen ist dorisch, oder toscanisch; mit hölzernem Gebälk. Dagegen sieht man aus den Mosaikfufsböden und dem Estriche, so wie aus den sauber polirten Wänden, mit den bekannten Malereien, und aus mehreren Details, z. B. den Pilastercapitälen, dafs die Prachtliebe und die Vorliebe für ein gefälliges und zierliches Aeufsere sich selbst bis auf die kleinsten und armseligsten Wohngebäude erstreckte. Ob die geringe Ausdehnung der Räume und die einfache Bau-Art in den Städten dritten Ranges, zu welchen Pompeji gezählt wurde, auch allgemeiner war, oder ob sie hier nur aus besondern örtlichen Verhältnissen entstand, läfst sich schwer entscheiden. Vielleicht war es mit den Wohngebäuden der Handwerker, aufser dafs die Häuser wegen der zahlreicheren Bevölkerung vielleicht mehrere Stockwerke hatten, in Rom nicht viel anders. Vielleicht auch sind die Wohnsitze der reichern Einwohner Pompejis zufällig noch nicht ausgegraben.

*Villen.*

Bedeutender noch als selbst die städtischen Palläste waren in der Kaiserzeit die, früher freilich nur sehr einfachen Villen. Es sei uns erlaubt, aus den Briefen des Plinius über seine Laurentinische und seine Tuscische Villa das Wesentliche mitzutheilen, nachdem wir darauf aufmerksam gemacht haben, dafs diese Villen an Pracht und Gröfse von hundert andern noch weit übertroffen wurden; wie der Eigenthümer selbst es ausdrücklich sagt.

*Von* der *Laurentinischen Villa* schreibt *Plinius.* (Nach *Hirts* Uebersetzung, welche im Ganzen die richtigste sein dürfte.)

„Dies Landhaus, ohne ein Prachtsitz zu sein, umfafst, was zum „Gebrauch dienlich ist. Am Eingange liegt ein nur mäfsiges, doch an„ständiges Vorhaus oder Vorhof (Atrium). Darauf folgt ein Säulengang, „welcher sich in der Gestalt des Buchstabens O umherzieht und einen zwar „kleinen, aber ergötzlichen Hofraum einschliefst. Er ist bei stürmischer „Witterung ein angenehmer Aufenthalt; denn Glasfenster dienen ihm zum „Schutz, und noch mehr das vorragende Traufgesimms der Dachung. In „der Mitte stöfst daran ein freundlicher Saal. Dann folgt ein ziemlich „schöner Speisesaal, der gegen den Strand ausläuft und der, wenn der „Südwestwind die See hebt, von den schon gebrochenen, letzten Wellen „leicht bespült wird. Ueberall hat dieser Saal Thüren, oder Fenster, nicht „kleiner als die Thüren; also von den Seiten und von vorn die Aussicht „gleichsam auf drei Meere. Blickt man rückwärts, so stellen sich dem „Auge der Saal, der Säulengang, der Hof; wieder der Säulengang; dann „das Vorhaus, die Waldungen und die entfernten Berge dar."

„Zur linken Seite des Speisesaals, ein wenig mehr einwärts, liegt „ein grofses Zimmer; dann folgt ein anderes, kleineres Zimmer, welches „durch ein Fenster die Morgensonne aufnimmt, und durch ein anderes „die Abendsonne. Durch dieses letztere Fenster hat man die etwas ent„ferntere, aber desto ruhigere Aussicht auf den Spiegel der See. Durch „die Lage dieses Zimmers und jenes Speisesaales bildet sich ein Winkel, „welcher die reinste Sonne aufnimmt und entzündet. Er ist der Winter„Aufenthalt und der Uebungsplatz der Meinigen. Hier schweigen alle „Winde, aufser denen, welche die Regenwolken herbeiführen, früher die „reine Luft trüben und den Aufenthalt an dem Orte stören."

„An diesen Winkel stöfst ein in Gewölbeform bedecktes Zimmer,

„welches mit seinen Fenstern dem Laufe der Sonne folgt und, einer Bi-
„bliothek gleich, Wandschränke hat, mit Büchern, mehr zum Durchblät-
„tern als zum Lesen bestimmt. Von hier gelangt man in ein Schlafge-
„mach, vermittelst eines Zwischenganges, der unter dem Fufsboden ge-
„heizt wird. In Röhren circulirt die aufgefangene Wärme in einer dem
„Körper behaglichen Weise hin und her. Der übrige Theil dieser Seite
„ist zum Gebrauch der Freigelassenen und Sclaven eingerichtet, aber die
„meisten Zimmer sind so reinlich und freundlich, dafs auch Gäste darin
„aufgenommen werden können."

„Auf der andern Seite liegt ein schön geschmücktes Zimmer, und
„dann folgt ein grofses Zimmer, oder ein mäfsiger Efssaal, der, von der
„Sonne angenehm erleuchtet, die Aussicht auf das vorliegende Meer
„hat. Hinter demselben liegt eine Stube mit einem Vorzimmer, sommer-
„lich durch ihre Höhe, aber winterlich durch ihre gute Verwahrung; denn
„kein Wind bestreicht sie. Mit dieser Stube ist eine andere, ebenfalls mit
„einem Vorzimmer, durch gemeinschaftliche Mauern verbunden. Weiter-
„hin liegen die Bäder. Der kalte Badesaal ist geräumig und ausgedehnt,
„und in den entgegengesetzten Wänden sind zwei Tauchbäder, in Nischen,
„grofs genug, um, wenn man will, in dem nächstgelegenen zu schwim-
„men. Daran stofsen die erwärmte Salbestube, mit dem Heizplatze, und
„zwei mehr zierliche als prachtvolle Gemächer, an welchen der warme
„Schwimmteich liegt. Nicht ohne Ueberraschung haben die Schwimmen-
„den zugleich die Aussicht auf das Meer."

„Weiter liegt, nicht fern davon, der Ort für das Ballspiel, der, wenn
„schon der Tag sich neigt, noch die wärmste Sonne hat. Sodann er-
„hebt sich ein Thurm, mit zwei Gemächern unten und zwei andern dar-
„über und, noch höher, ein Efssaal, mit der Aussicht auf das vorliegende
„Meer, auf die weiten Küsten und die anmuthigsten Landsitze. Noch findet
„sich ein zweiter Thurm und in diesem eine Stube, wo man die Sonne
„auf- und niedergehen sieht. Darunter ist ein geräumiges Weinlager und
„eine Vorrathskammer und ganz unten ein Efssaal, worin das Toben
„und Stürmen des Meeres, dem Ohre kaum vernehmlich, matt und leise
„verhallt. Von hier aus hat man die Aussicht auf den Garten und die
„Bahn, welche ihn umgiebt. Die Bahn ist mit Buchsbaum, oder, wo die-
„ser fehlt, mit Rosmarin umpflanzt; denn der Buchsbaum, wo er von den
„Gebäuden geschützt ist, grünt schön; im Freien aber verdorrt er; so wie

„auch durch die geringste Besprengung mit Seewasser. An die Bahn „schliefst sich einwärts eine liebliche, schattige Weinlaube, selbst für den „Baarfüfsler weich und gehbar. Maulbeeren- und Feigenbäume kleiden „zahlreich den Garten. Diesen Bäumen ist das Erdreich hauptsächlich „günstig, während es den andern nicht zuträglich ist. Diese Aussicht, „welche nicht übler ist, als die auf das Meer, hat der von der See ent- „fernte Efssaal. An die Rückseite des Saals schliefsen sich zwei Reihen „Zimmer, unter deren Fenstern das Vorhaus der Villa und der Küchen- „garten liegen."

„Von da dehnt sich die geschlossene Halle aus, fast in der Gröfse „einer öffentlichen, mit Fenstern an beiden Seiten, von welchen mehrere „nach dem Meere hinsehen; nur einzelne nach dem Garten und höher nur „wenige. Ist der Tag still und heiter, so sind alle diese Fenster geöffnet: „sind die Winde von der einen oder andern Seite unruhig, so sind sie nur „nach derjenigen Seite hin offen, wo die Winde ruhen. Vor der Halle „liegt der Xystus, aus welchem eine Pflanzung von Veilchen Duft verbreitet. „Die Wärme der darüber ausgegossenen Sonne vermehrt der Wiederschein „des Hallenbaues, welcher, indem er die Sonne hier anhält, dem Nord- „winde wehrt, so dafs viel Wärme vorn, viel Kühlung an der Rückseite ist. „Zugleich wird der Südwestwind abgehalten und es werden so die ver- „schiedensten Winde bald von dieser, bald von jener Seite gebrochen „und gemäfsigt. Diese Annehmlichkeit gewährt die Halle im Winter; „deren noch mehr aber im Sommer: denn Vormittags kühlt sie den Xy- „stus, und Nachmittags die Bahn und die der Bahn zunächst liegenden „Theile des Gartens durch ihren Schatten, der, so wie der Tag zu- und „abnimmt, bald kürzer, bald länger hierhin und dorthin fällt. Die Halle „leidet aber dann am wenigsten von der Sonne, wenn diese am brennend- „sten über ihrer Firste steht. Zugleich nimmt sie bei offenen Fenstern die „gelinden Westwinde auf, und läfst sie durchziehen. So erzeugt sich „darin nie eine faule, stockende Luft."

„An dem Ende des Xystus und der Halle befindet sich ein Gar- „tenhaus: meine Lust und mein Lieblings-Aufenthalt; ich selbst bauete es. „Es ist darin eine Sonnenstube, aus welcher man durch ein Fenster nach „dem Xystus, durch ein anderes nach dem Meere, durch beide die Sonne, „durch die Thür das Nebenzimmer und durch ein Fenster nach der be- „deckten Halle diese sieht. Nach der Meeresseite öffnet sich, in der Mitte

„der Wand, sehr zierlich ein Cabinet, durch welches, je nachdem man „die Glasthüren öffnet, oder schliefst, und die Vorhänge weg- oder davor- „zieht, das Gemach vergröfsert und verkleinert werden kann. Es steht „darin, nebst zwei Armstühlen, ein Ruhebett, dessen Fufs-Ende gegen „das Meer, die Rücklehne gegen die Villa und das Kopf-Ende gegen „die Waldungen gerichtet ist. So viel Fenster es darin giebt: so viel „verschiedene Aussichten. Damit verbindet sich das Nacht- und Schlafge- „mach. In demselben vernimmt man nicht das Lärmen der jugendlichen „Dienerschaft, das Toben und Stürmen des Meeres; nicht das Leuchten „der Blitze; nicht das Tageslicht, aufser bei geöffneten Fenstern. Die „Ursache dieser tiefen Stille ist ein Zwischengang, der die Wand des „Schlafzimmers von dem Garten trennt; der leere Zwischenraum ver- „schlingt jeden Schall. Es ist hier eine kleine Heizung angebracht, welche „vermittels einer Klappe die Wärme entweder in das Gemach einströmen „läfst, oder sie zurückhält. Dann erstreckt sich ein Vorzimmer und eine „Stube gegen die Sonne hinaus, welche gleich am Morgen die Stube „bescheint und bis über den Mittag, zwar etwas schräge, allda verweilt. „Begebe ich mich in dieses Gartenhaus, so dünkt es mich, als entfernte „ich mich von der Villa. Ein grofses Vergnügen gewährt der Aufent- „halt allda während der Saturnalien, wenn der übrige Theil der Villa „von der Freiheit dieser Tage und dem Freudenlärm erschallt. Weder „ich störe gern das Spiel der Meinigen, noch sie meine Studien."

Aus des *Plinius* Briefen über seine *Tuscische* Villa ziehen wir Folgendes aus:

„Dieses Haus, am Fufse eines Hügels erbaut, hat eine Aussicht, „gleichsam wie von dessen Höhe. Das Erdreich erhebt sich sanft, und „so allmälig, dafs das Ansteigen Dich täuscht und Dir kaum bemerklich „wird; doch fühlst Du, hinangestiegen zu sein. Rückwärts erhebt sich, „entfernter, der Apennin. Von daher kommen an den heitersten ruhigsten „Tagen gelinde Winde, nicht scharf und unmäfsig, sondern durch die „Entfernung gebrochen und gemildert. Das Haus liegt gröfstentheils gegen „Mittag und ladet im Sommer um die sechste Tagesstunde, im Winter „etwas früher, die Sonne gleichsam in den breiten und verhältnifsmäfsig „langen Säulengang ein. Dieser hat mehrere Abtheilungen, so wie auch „einen Hof; nach alter Art. Davor liegt der Xystus, durch Buchsbaum in „viele Figuren getheilt." (Man sieht hieraus, dafs nicht alle die beschrie-

benen Theile, so auch die Bahn im vorigen Briefe, Gebäude sind; denn dieser Xystus war offenbar ein Garten.) „Dann kommt ein niedriger, sich „neigender Rain, auf welchem der Buchsbaum Thiergestalten zeichnet, die „einander gegenüberstehen." (Nach andern Uebersetzungen: der Buchsbaum war so gepflanzt und beschnitten, dafs er Thiergestalten zeigte.) „Sodann zieht sich in der Ebene eine weiche, man möchte fast sagen, „fliefsende Acanthus-Pflanzung hin, welche ein von dichtem und verschie„dentlich beschnittenen Heckenwerk eingeschlossener Spaziergang umgiebt, „Hierauf folgt eine Bahn, in der Gestalt eines Circus, welche eine Buchs„baumpflanzung von mannigfachen Gestalten und absichtlich niedrig ge„zogenen Zwergbäumchen einschliefst: alles geschützt von einer Mauer, „die der Buchsbaum, stufenweise gepflanzt, deckt und dem Auge entzieht. „Weiterhin kommt eine natürliche Wiese, nicht weniger lachend, als das „Obige durch Kunst; dann Ackerland, und wieder viele andere Wiesen „und Gesträuche."

„Am Anfange des Säulenganges tritt ein Efssaal vor, durch dessen „Thür man das Ende des Xystus und dann durch die Fenster die Wiese „und vieles Ackerland sieht. Aus dem Säulengange hat man die Aussicht „auf die Seite des Xystus und auf alles der Villa Vorliegende; auch auf „den waldigen Busch des daran liegenden Hippodroms."

„Fast in der Mitte des Säulenganges liegt, wenig einwärts, eine „Wohnung, die einen kleinen Hof umgiebt, der von vier Platanen beschat„tet wird. Zwischen diesen springt das Wasser in einem Marmorbecken „und kühlt durch den Wasserstaub die umher gepflanzten Platanen und „was um sie ist. Diese Wohnung enthält ein Schlafgemach, welches das „Tageslicht, das Geräusch und jeden Laut ausschliefst. Damit verbun„den ist der tägliche Efssaal. Ein anderer Säulengang hat die Aussicht „auf das Höfchen und auf alles was der (grofse) Säulengang selbst sieht. „Noch ist allda ein anderes Zimmer, grünlich von dem zunächst stehenden „Platanus beschattet; es hat Schnitzwerke in Marmor, bis auf die Brü„stung herab, und diesem Schnitzwerk steht die Malerei nicht nach, welche „Zweige vorstellt und auf den Zweigen sitzende Vögel. Darunter ist „ein kleiner Brunnen, und mehrere Röhrchen giefsen mit angenehmem „Gemurmel das Wasser in einen Krater."

„Am Ende des Säulenganges liegt ein sehr grofses Zimmer, dem „Speisesaal gegenüber. Durch Fenster hat man von hier die Aussicht auf

„den Xystus, und durch andere auf die Wiese, vorher aber auf den Was-
„serteich, der, unter den Fenstern liegend, das Auge, so wie durch sein
„Plätschern das Ohr ergötzt, indem das Wasser, von der Höhe in den
„Marmorteich stürzend, sich in Staub und Schaum auflöst. Das Zim-
„mer selbst hat im Winter eine milde Temparatur, der vielen Sonne
„wegen. Damit hängt die Heizstube zusammen, und wenn der Tag neb-
„licht ist, ersetzt die hinein gelassene Wärme den Mangel an Sonne."

„Darauf geht es von einem geräumigen und freundlichen Auskleide-
„zimmer in das kalte Bad, in welchem sich ein weiter und tiefer Schwimm-
„teich befindet. Willst Du aber noch geräumiger und lauer schwimmen,
„so steht dir der Marmorteich im Freien zu Dienst, und daneben ein käl-
„terer Behälter, um dich wieder zu stärken, falls dir das Lauliche nicht
„zusagte. An den kalten Badesaal schliefst sich der mittlere an, wel-
„chen die Sonne angenehm erwärmt, stärker aber den warmen Badesaal;
„denn er tritt vor. In diesem sind drei Teiche: zwei in der Sonne, der
„dritte zwar aufser der Sonne, aber nicht weniger gut beleuchtet. Un-
„ter dem Auskleidezimmer liegt der Platz zum Ballspiel, welcher mehrere
„Arten Uebungen und mehrere Kreise insichfafst."

„Nicht weit vom Bade liegen die Treppen, welche nach der ge-
„schlossenen Halle führen; zuvor aber in drei Wohnungen, von welchen
„die eine auf das Höfchen mit den vier Platanen, die andere auf die
„Wiese und die dritte auf die Rebenpflanzung sieht und welche nach ver-
„schiedenen Himmelsgegenden die Aussicht haben. Am obern Ende ist ein
„Zimmer, von der geschlossenen Halle abgeschnitten, mit der Aussicht
„auf den Hippodrom, die Weinberge und das Gebirge. Hiemit verbun-
„den ist ein anderes Zimmer, ganz der Wintersonne gegenüber. Dann
„kommt die Wohnung, deren Aussicht den Hippodrom der Villa nähert.
„Dies ist die Ansicht und der Anblick von vorn. An der Seite hin zieht
„sich die sommerliche, obere, geschlossene Halle, aus welcher man die
„Weinberge nicht blofs sieht, sondern zu berühren glaubt. In der Mitte
„erhält ein Speisesaal den gesundesten Anhauch aus den Apennischen Thä-
„lern. Durch breite Fenster sieht man die Weinberge, und durch die
„Thüre wieder die Weinberge; aber gleichsam durch die Halle hindurch.
„An derjenigen Seite des Speisesaals, welche keine Fenster hat, liegen
„die Treppen, auf welchen das zum Mahle Erforderliche auf geheimem
„Wege zugetragen wird. Am Ende liegt ein Zimmer, welchem die ge-

„schlossene Halle einen nicht minder angenehmen Prospect giebt, wie die „Weinberge selbst. Unter der obern Halle liegt eine andere Halle, einer „unterirrdischen ähnlich. Im Sommer macht die darin eingeschlossene „Kälte schauern und, beschränkt auf ihre eigne Luft, verlangt sie weder „einen mildern Anhauch, noch läfst sie einen solchen zu."

„Hinter diesen zwei geschlossenen Hallen beginnt, wo der Speise- „saal endigt, der Säulengang: Vormittags winterlich, gegen Abend som- „merlich. Er führt zu zwei Wohnungen: die eine aus vier, die andere „aus drei Zimmern bestehend, welche, so wie die Sonne sich fortbewegt, „bald von derselben beschienen, bald beschattet werden."

„Diese Anlage und Anmuth der Gebäude übertrifft noch bei wei- „tem der Hippodrom. In der Mitte ist er offen und kündigt sich dem „Auge des Eintretenden ganz an. Platanen, von Epheu bekleidet, umge- „ben ihn. Oberwärts mit eignem Laube prangend, grünen sie unter- „wärts mit fremdem: denn der Epheu schlängelt sich am Stamme und an „den Aesten fort und verbindet durch Ranken die nahe stehenden Pla- „tanen. Dazwischen ist eine Buchsbaum-Pflanzung: äufserlich umgeben „von Lorbeern, welche ihre Schatten mit denen der Platanen paaren. „Diese gerade fortlaufende Einfassung des Hippodrom wird an ihrem „äufsersten Ende durch einen Halbzirkel gebrochen, und es ändert sich „so die Ansicht. Der Halbzirkel ist mit Cypressen umgeben: dunkler und „schwärzer durch den dichteren Schatten. In den innern Zirkeln (es sind „deren mehrere) empfängt er das reinste Licht. Daher hat er auch eine „Rosenpflanzung und scheidet die Kälte der Schatten von der hier nicht „unbehaglichen Sonne. An dem Ende der verschiedenfarbigen und viel- „fältigen Krümmung stellt sich die geradelaufende Einfassung wieder her: „doch nicht diese allein, sondern viele Gänge theilen sich vermittelst des „Buchsbaums. Hier bildet sich ein kleines Rasenstück: da wandelt der „Buchsbaum sich selbst in tausend Gestalten, zuweilen in Buchstaben, die „bald den Namen des Besitzers, bald den des Gärtners bezeichnen. „Kegelgestalten erheben sich, und abwechselnd sind Apfelbäume dazwi- „schen gepflanzt. Bei dem zierlichsten Stücke ist der mittlere Raum zu „beiden Seiten mit kurzen Platanen besetzt, gleichsam als Nachahmung „eines vom Ungefähr hierher versetzten Ackerfeldes. Hier breiten sich „der fliefsende und sich ringelnde Acanthus aus; und dann wieder an- „dere Figuren und andere Namen. Am Ende erhebt sich ein Gelage

„(Lagerstelle) aus weifsem Marmor, beschattet von einer Rebe, welcher „vier carystische Säulchen zu Stützen dienen. Aus dem Gelage springt „in dünnen Röhrchen das Wasser, gleichsam durch das Gewicht der dar- „auf gelagerten Gäste ausgepreſst, hervor, wird von einem ausgehöhlten „Steine aufgefangen und in dem zierlichen Wasserbecken festgehalten. „Dasselbe ist unsichtbar so eingerichtet, dafs es bis an den Rand sich „füllt, aber nicht überfliefst. Ein leichteres, oder auch ein reicheres Mahl, „wird auf den Rand gesetzt: das leichtere macht, auf Figuren von Schiff- „chen oder von Vögeln schwimmend, die Runde, während der Brunnen „das Wasser in die Höhe spritzt und es wieder auffängt: denn, mit Gewalt „in die Höhe getrieben, fällt es in sich zurück, und durch verbundene „Schlünde zieht es sich ein und verschwindet."

„Gegenüber giebt ein Gemach dem Gelage eben so viel Zierde, „als es selbst von ihm erhält. Es glänzt von Marmor; die Thüre reicht „in das Grüne hervor, und durch die untern und die obern Fenster er- „blickt man anderes Grün. Ein daranliegendes Cabinet läfst sich als Theil „dieses Gemachs, oder auch als besonderes Gemach betrachten. Darin „steht ein Ruhebett, mit Fenstern um und um; und doch wird das Licht „von der starken Beschattung gedämpft. Denn eine frisch gedeihende „Rebe breitet sich ansteigend über den ganzen Bau bis zur Firste aus. Du „ruhest hier nicht anders, als in der dichtesten Waldung, und von einem „Regenschauer wirst du nichts inne; wie in einem Walde. Auch hier erhebt „sich ein Brunnen, und verschwindet zugleich. An mehreren Stellen sind „Sitze aus Marmor, auf welchen die Spazierenden, wie in dem Cabinet „selbst, ausruhen können. Springende Wasser liegen den Sitzen nahe, „und durch den ganzen Hippodrom rauschen durch Röhren Bächlein und „folgen der Hand, welche sie leitete. Hierdurch werden bald diese, bald „jene Pflanzen erfrischt; bald alle zugleich."

Es folge noch die Beschreibung des *Vogelhauses* in dem Landsitze des Varro: einer Gebäude-Art, welche sehr beliebt gewesen zu sein scheint.

„Abwärts von diesem Wege, gegen das Feld zu, liegt das *Vogel-* „*haus*, welches zu beiden Seiten, rechts und links, mit hohen Mauern ein- „geschlossen ist. Der innere Raum für das Haus hat eine Breite von „48 Fufs und ist wie eine Schreibtafel, mit dem runden Kopfe daran, „gestaltet. Das Viereck beträgt nach seiner Länge 72 Fufs, der Durch- „messer des runden Kopfes 37 Fufs. Ein 8 Fufs breiter Weg führt von

„dem besagten Spaziergange, der gleichsam an dem untersten Rande der „Tafel hinläuft, gerade nach der Mitte des Vogelhauses, wo die Eingänge „nach dem innern Raume angebracht sind."

„Am Eingange und an beiden Seiten, rechts und links, sind von „der Mauer abstehende Säulengänge, mit kleinen Bäumchen dazwischen. „Anstatt der Decke ist von dem obersten Rande der Mauer auf das Ge„bälk hinüber ein hanfenes Netz gezogen, und ein Gleiches vom Gebälke „auf den Sockel herab. Allerlei Arten Vögel sind dort eingeschlossen; „sie werden durch das Netz hindurch gefüttert, und das Wasser fliefst „ihnen in einer schmalen Rinne zu. An dem Sockel hin, worauf die „Säulen stehen, sind rechts und links, nach der ganzen Länge des innern „Vierecks, zwei nicht breite, aber längliche Wasserbehälter, zwischen „welchen nur so viel Raum bleibt, als zu einem Fufssteige nach dem Rund„gebäude hin nöthig ist."

„Letzteres hat Säulen in der ganzen Rundung umher; gleich dem „Tempel des Catulus, wenn Du statt der Mauern Säulen setzen willst. „Umher zieht sich ein künstlich gepflanztes Gehölz, von hochstämmigen „Bäumen beschattet, doch so, dafs auch die niedrigen Gesträuche dazwischen „Sonnenblicke erhalten. Das Ganze ist mit hohen Mauern umschlossen."

„Zwischen den äufsern steinernen Säulen des Rundbaues und eben „so vielen innern, welche dünner und von Tannenholz gemacht sind, ist ein „Raum von fünf Fufs in der Breite." (Also auch hölzerne Säulen hatten die Römer; ob aber von der Form der steinernen, ist, obwohl bei den Römern möglich, zweifelhaft. Schlüsse wollen wir darauf nicht bauen.) „Zwischen den äufsern Säulen ist statt der Wand ein Netz von Saiten, „so dafs man in das Gebüsch hineinsehen und Alles darin wahrnehmen „kann; nur die Vögel können durch dasselbe nicht entwischen. Zwi„schen den innern Säulen ist, statt der Wand, ein Vogelgarn gespannt. „Zwischen diesen und den äufsern Säulen ist stufenweise für die Vögel „gleichsam ein kleines Theater eingerichtet: viele Gesimschen springen „an den Säulen vor, welche den Vögeln zu Sitzen dienen. Zwischen „den Netzen giebt es allerhand Vögel, besonders singende; wie Nachti„gallen und Amseln. Wasser fliefst ihnen in einer schmalen Rinne zu, und „die Speise wird ihnen durch das Garn zugeworfen."

„Ueber dem Unterbau der Säulen läuft ein steinerner Sockel um„her, ein und dreiviertel Fufs höher, als die Bank. Diese Bank ist wie-

„der zwei Fufs erhöhet, über einen kleinen Teich in der Mitte; sie ist „an fünf Fufs breit, so dafs zwischen den auf der Bank ausgebreiteten „Polstern und den innern Säulen die Gäste umher gehen können. Der „Teich hat einen fufsbreiten Rand am untersten Theile der Bank, und in „dessen Mitte befindet sich eine kleine Insel. An der Bank umher sind, „gleich den Schiffstellen in einem Seehafen, die Ställe für die Enten „ausgehöhlt."

„Auf der Insel steht eine kleine Säule, auf welcher eine drehbare „Scheibe angebracht ist, in welche Speichen, wie in die Nabe eines Ra- „des einlaufen, um eine Tischplatte zu tragen. Diese Tischplatte ist, statt „wie gewöhnlich an der äufsern Rundung scharf zu sein, gleich einem „Tambour ausgehöhlt. Sie ist drittehalb Fufs breit und eine Spanne hoch. „Der Tisch wird von einem einzigen Knaben, welcher aufwartet, so ge- „dreht, dafs Alles zum Essen und Trinken auf einmal aufgesetzt, und vor „die Gäste hingerückt wird. Aus dem Unterbaue der Bank, wo sonst die „Behänge angebracht zu werden pflegen, kommen die Enten hervor, um „im Teiche zu schwimmen. Aus diesem geht ein Canal nach den beiden „schon genannten Wasserbehältern, durch welchen die Fischchen hin und „her schlüpfen. Auch ist eine Einrichtung da, dafs die Gäste auf der „hölzernen Drehscheibe, oder demjenigen Theile des Tisches, in welchem, „wie ich sagte, die Speichen einlaufen, sogleich kaltes und warmes Was- „ser, blofs durch Umdrehung eines der Hähne, zur Hand haben können."

„Innerhalb an der Runddecke bewegt sich ein Stern (am Tage „Lucifer, zu Nacht Hesperus genannt) so am untersten Rande der Halb- „kugel umher, dafs er in seinem Umlaufe die Stunden anzeigt. Um den „Mittelpunct der Halbkugel ist die Scheibe der acht Hauptwinde verzeich- „net; wie in Athen an der Uhr, welche Cyrrhestes erbaute. Ein etwas „vorragender, am Drehpuncte befestigter Strahl oder Zeiger wird so be- „wegt, dafs er an der Scheibe den Wind andeutet, welcher eben bläset; „was man also auf solche Weise von Innen sehen kann."

Wir gedenken schliefslich noch der Villa des Diocletian zu Spala- tro; welche indessen von manchen Villen früherer Kaiser an Ausdehnung, Pracht und Schönheit übertroffen worden sein mag.

Das Ganze hatte sonderbarerweise ein castellartiges Ansehn und bil- dete ein nicht ganz regelmäfsiges Rechteck, im Ganzen von 698 Fufs Länge und 592 Fufs Breite. An drei Seiten war dieser Raum von hohen Mauern

eingeschlossen; die vierte nahm der Pallast ein, vor welchem sich aufsen ein Säulengang hinzog. An den Ecken sprangen vier quadratische Thürme vor; in der Mitte einer jeden der drei Hofmauern war ein Thor angebracht, und aufsen, neben demselben, standen zwei achteckige Thürme; je zwischen diesen und den Eckthürmen sprang noch ein etwas oblonger Thurm aus der Mauer heraus. Innen lehnten sich rings an diese Mauern kleine Zellen, mit einem umlaufenden Bogengange, von den Thorgebäuden unterbrochen; vor diesen Bogengängen lief eine Strafse umher. Von dem Thore in der Mauer, dem Pallast gegenüber, führte eine Strafse nach demselben; eine zweite, jene durchkreuzende, verband die beiden Thore in den Seitenmauern; diese Strafsen waren ebenfalls mit Bogengängen eingefafst. Auf den so gebildeten vier kleinern Hofplätzen standen, und zwar auf den beiden zunächst dem Pallaste, links ein grofser achteckiger Tempel, mit einem Säulengange umher, und dahinter ein längliches Gebäude; rechts ein zweiter Tempel, einen kleinen viersäuligen Prostylos bildend. Die beiden andern, noch einmal so grofsen Plätze wurden ganz von Gebäuden eingenommen, deren Ruinen jedoch keine Deutung mehr zulassen. Der eigentliche Pallast enthielt, am Ende der vorgedachten, vom Thore herführenden Hauptstrafse, eine viersäulige Vorhalle und dahinter ein rundes Vorhaus; dann ein grofses durch die Tiefe reichendes, bedecktes Atrium; vier grofse Speise- und Gesellschafts-Säle, unter welchen der eine quadratisch war, ein anderer eine Art Bühne zu Declamationen enthielt; ferner einen Thronsaal, eine Basilica; die Bade-Anstalt; zwei Bibliothek- und zwei Bildersäle, und mehrere kleine Gemächer. Die Gärten, in welchen der Kaiser, wie er sagt, mit eigner Hand Kohl pflanzte, und sonstige Anlagen, müssen aufserhalb gelegen haben, vor dem Pallaste und der vorliegenden sehr breiten Halle.

(Die Fortsetzung folgt.)

# 6.

# Einiges von noch zu wünschenden und, wie es scheint, möglichen Vervollkommnungen des Eisenbahnwesens.

*(Insbesondere veranlafst durch den neulichen Unfall auf der Eisenbahn zwischen Paris und Versailles.)*

(Vom Herausgeber.)

(Vorgelesen in der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin am 14. und 21. Juli 1842.)

---

Das Eisenbahnwesen, wenigstens mit Benutzung des Wasserdampfes als bewegende Kraft, ist noch so *sehr neu*, dafs man nicht Ursach hat, sich über die Mängel, die sich daran jetzt noch bemerklich machen, zu verwundern, sondern dafs vielmehr aller Grund da ist, das Gute und Nützliche, was in der so kurzen Zeit bei diesem complicirten und in so vielen Beziehungen vom Gewohnten abweichenden Gegenstande schon bisher erreicht wurde, anzuerkennen und es befriedigend und erfreulich zu finden. Als die älteste aller Eisenbahnen, die vermittelst der Dampfkraft, mit einer früher nie und durch keine Mittel (aufser etwa bei der Luftschiffahrt, welche aber bis jetzt nur noch mehr eine Curiosität, als von practischem allgemeinen Nutzen ist) erreichbar gewesenen Geschwindigkeit, von 4, 5, 6 und mehreren Preufsischen Meilen in der Stunde, befahren wird, ist diejenige zwischen Liverpool und Manchester zu betrachten; und diese Eisenbahn ist noch nicht volle ***12 Jahre*** alt. Die etwa eine Meile lange Eisenbahn zwischen Nürnberg und Fürth, die $3\frac{1}{2}$ Meilen lange Bahn zwischen Brüssel und Mecheln, als der Anfang der Belgischen Eisenbahnen, und die $3\frac{1}{2}$ Meilen Bahn zwischen Berlin und Potsdam, sind die ältesten auf dem Continent. Sie sind erst 4 bis 6 Jahre im Gebrauch. Die Potsdamer Bahn ist die *erste*, mit Dampfkraft befahrene Bahn im *Preufsischen Staat*. Der Verfasser des gegenwärtigen Aufsatzes hat sie technisch entworfen und auch ziemlich bis zu Ende ausgeführt. Die etwas ältere Eisenbahn zwischen Lyon und St. Etienne war Anfangs etwas mifsrathen, und die noch etwas ältere Eisenbahn zwischen der Mulde und Donau wurde nur mit Pferdekraft befahren. Alle, jetzt schon zahlreiche Eisenbahnen, in Deutschland, Frankreich, Rufsland und Italien, sind jünger. In England und in Nord-Ame-

rica giebt es zwar noch mehrere, längere Eisenbahnen, die älter sind, als auf dem Continent: aber keine von allen, die *mit Erfolg* durch Dampfkraft befahren werden, ist älter *als 12 Jahre.*

Betrachtet man nun, zu welchem erfreulichen Zustande das Eisenbahnwesen, ungeachtet seiner ihm eigenthümlichen Schwierigkeiten, sowohl was den Bau der Bahnen, als was die Benutzung der Dampfkraft betrifft, schon in dieser kurzen Zeit gedieh, so wie die ungeheuern Resultate, die dadurch schon erreicht worden sind, indem jetzt schon viele Millionen, vielleicht mehr als Hundert Millionen von Personen und Centnern Lasten und Güter darauf mit einer, früher nicht für *möglich* gehaltenen Geschwindigkeit auf den Eisenbahnen fortbewegt worden sind (denn die $3\frac{1}{2}$ Meilen Eisenbahn zwischen Berlin und Potsdam ist in den 4 Jahren ihres Bestehens schon von mehr als Zwei Millionen Personen befahren worden, und jetzt mögen in Allem vielleicht schon 1000 Meilen Eisenbahnen vorhanden sein): so wird man in der That mit Dem, was schon geschehen ist, zufrieden sein und auch hier es anerkennen müssen, um wieviel die neuere Zeit in der Regsamkeit des Nachdenkens, in besserer Bekanntschaft mit den Kräften und den Gesetzen der Natur und in kühnerer Benutzung derselben, der ältern Zeit (mit aller schuldigen Achtung gegen diese sei es gesagt) überlegen sei.

So erfreulich nun aber auch das, was schon durch die Eisenbahnen und für sie erlangt wurde, sein mag: so gewifs ist es doch, dafs auch hier gar manche Vervollkommnungen noch zu wünschen übrig bleiben. Einerseits wiederholte betrübte und zum Theil herzzerreifsende Unfälle bei dem Gebrauch der Eisenbahnen, wie z. B. der neueste auf der Eisenbahn zwischen Paris und Versailles, besonders dieser, als der schrecklichste von allen bisherigen; anderseits die grofsen Kosten und Schwierigkeiten bei der Vervielfältigung der Eisenbahnen, so wie manche Mifsgriffe, die bei dem Entwurf und der Ausführung auch dieser Art von Strafsen nicht gefehlt haben, mahnen daran nur allzu dringend.

Möge man gleichwohl, was zunächst die Unfälle betrifft, ja nicht etwa vor denselben zu sehr erschrecken und ihretwegen etwa wohl gar an den Eisenbahnen überhaupt verzweifeln und sie verdammen! Gerade die wunderbar schnellen Fortschritte, die bei diesem Gegenstande in der so überaus kurzen Zeit der Bekanntschaft mit ihm schon gemacht worden sind, gewähren offenbar den sichersten und unverkennbarsten *Erfahrungs-*

*beweis,* dafs es *möglich* sein *müsse,* auch die noch übrigen Uebelstände wegzuschaffen; so wie die Hoffnung, dafs es damit wirklich und in vielleicht nicht zu langer Zeit gelingen werde. Erwägt man in der That, dafs einerseits für die *Verminderung der Gefahren gewöhnlicher,* von Thieren gezogener Fuhrwerke durch alle die Jahrhunderte und Jahrtausende hindurch, welche man sich ihrer bediente, wenig und beinahe nichts allgemein Practisches hat gelingen wollen; denn noch jetzt sind die Wagen, was ihre Gefährlichkeit betrifft, im Wesentlichen dieselben, wie in uralter Zeit; dafs dagegen andrerseits die Gefahren auf den Eisenbahnen ganz nothwendig und natürlich eigentlich noch *gröfser* sein müfsten, als bei den gewöhnlichen Fuhrwerken, nemlich wegen der viel gröfsern *Geschwindigkeit;* dafs sie dagegen gleichwohl, wie es die Erfahrung gezeigt hat, vergleichungsweise *nicht* gröfser sind: so ergiebt sich deutlich, dafs in dem Wesen der Eisenbahnen selbst, gleichsam in ihren Urprincipen, Etwas liegen müsse, was schon durch sich selbst, man möchte sagen, schon ohne Zuthun der Kunst, die Gefahr entfernt. Es ist auch nicht schwer zu entdecken, welches dieses Etwas sei. Die Ursach liegt in der *Glätte der Bahn;* in ihrer *Ebenheit;* in der ihr unumgänglich nothwendigen *Sanftheit der Abhänge;* und dann darin, dafs es offenbar leichter ist, *Maschinen,* aus unbelebten Stoffen zusammengesetzt, zu lenken, als lebendige, aber der Vernunft entbehrende Geschöpfe. Der gröfsere Theil der Unfälle bei den gewöhnlichen Fuhrwerken entsteht aus der Unebenheit der Strafsen, aus starken Gefällen derselben und aus dem Kollern der Zugthiere. Alles das ist den Eisenbahnen, mit unorganischen Zugkräften, fremd. Also *mufs* es schon aus innerer Nothwendigkeit *möglich* sein, die Gefahren der Passage auf Eisenbahnen auch noch unter ihr bisheriges Maafs zu vermindern, ja, diese Gefahren durch immer weitere Vervollkommnungen am Ende fast bis auf Null zu reduciren. Dafs die Passage auf Eisenbahnen wirklich schon jetzt, wie vorhin erwähnt, in der Wahrheit vergleichsweise weniger gefährlich sei, als die auf gewöhnlichen Fuhrwerken, ist schon oft bemerkt und gesagt worden. Die Vergleichung der Gefährlichkeit der verschiedenen Arten der Passage geht aber noch weiter. Könnte man nemlich die Unfälle zählen, die sogar den *Fufsgängern* begegnen, welche doch nur auf sich selbst sich zu verlassen haben: könnte man die Unfälle zählen, die den *Reitern* begegnen; und wollte man berechnen, wie viele Menschen fortwährend auf den Segelschiffen, eben wie auf den Dampf-

schiffen verunglücken, häufig auf nicht weniger entsetzliche und schauderhafte Weise, als bei dem Unfalle auf der Versailler Eisenbahn, so würde sich wahrscheinlich ergeben, dafs die Gefahr selbst bei *keiner einzigen* der verschiedenen Fortbewegungs-Arten geringer sei, als die auf Eisenbahnen, und dafs vielleicht sogar *schon jetzt* die Eisenbahnen die unter *allen* im Grunde *am wenigsten* gefährliche Fortbewegungs-Art gewähren. Auf der Potsdamer Eisenbahn z. B. hat von den mehr als 2 Millionen Personen, welche sie seit 4 Jahren befahren haben, so viel dem Verfasser bekannt, *noch nicht eine einzige* durch Schuld der *Eisenbahn* ihr Leben verloren; nur wenige sind mehr oder weniger leicht beschädigt worden. Auf vielen andern Eisenbahnen hat sich Aehnliches ergeben. Möge man daher, wie gesagt, ja die Eisenbahnen selbst, der einzelnen Unfälle wegen, so schrecklich und bejammernswerth dieselben auch sein mögen, nicht zu sehr anklagen, sondern vielmehr unverdrossen dahin streben, die Ursachen und Anlässe solcher Unfälle zu entfernen! Es läfst sich wegen jener, den Eisenbahnen inwohnenden und ihnen eigenthümlichen Ursachen der Gefahrlosigkeit, fast mit Zuversicht darauf rechnen, dafs das Bestreben gelingen werde.

Aehnlich, wie rücksichtlich der Unfälle, verhält es sich mit der Wegräumung der obengedachten Dinge, die jetzt noch die *Verallgemeinerung und Ausbreitung* der Eisenbahnen erschweren; denn der Nutzen und die Wirkung der Eisenbahnen sind zu grofs, und zu tief in ihrer Eigenthümlichkeit begründet, als dafs es nicht möglich sein sollte, diesen Nutzen und diese gute Wirkung auch noch allgemeiner und im umfassenderen Maafse, als bis jetzt, bedeutend zu *vergröfsern*. Es dürfte in diesem letzten Betracht sogar fast mehr nur auf den guten Willen ankommen, als selbst auf besonderes Nachdenken.

Der Verfasser des gegenwärtigen Aufsatzes will durch Mittheilung einiger Vorschläge, die die Resultate seines Nachdenkens und der practischen Erfahrungen sind, welche er bei den Eisenbahnen selbst zu machen Gelegenheit gehabt hat, versuchen, sein Schärflein zu den Bemühungen um die Erreichung der angedeuteten Zwecke beizutragen.

Was hier folgt wird sich aber zunächst und für diesesmal nur mit den Mitteln zur *Verhütung und Vorbeugung der Gefahren* auf den Eisenbahnen, und zwar vorzüglich auf den *schon vorhandenen*, beschäftigen. Was über den andern Punct, den der Beförderung und Erleichterung der Verallgemeinerung und weitern Verbreitung der Eisenbahnen und über die

Mittel dazu, zu sagen sein dürfte, und was gar Vieles ist, bleibt der Folge und einer andern Gelegenheit vorbehalten.

Wir wollen vom Einzelnen und von Dem, was am nächsten zu liegen scheint, anfangen und von da allmälig zu dem Allgemeineren übergehen. Wir wollen also zunächst die Gefahren, welche aus *Beschädigungen* der Transportwerkzeuge und der Eisenbahnen selbst, so wie die einen und die anderen *jetzt üblich sind,* entstehen können, oder welche sonst auf den Eisenbahnen Statt finden können, erwägen und Bemerkungen und Vorschläge wegen der Mittel machen, durch welche solchen Gefahren möglichst vorzubeugen sein dürfte.

*Erstlich. Es können Achsen und Räder der Fuhrwerke, so wie andere Theile der Wagen, z. B die Druckfedern, welche die Wagenkasten tragen, oder auch die Stofs- und Zugfedern, während der Fahrt zerbrechen. Durch die, besonders aus einem Achsen- oder Radbruch entstehende, fast plötzliche Hemmung eines Wagens können die darin sitzenden Personen auf doppelte Art beschädigt werden: nemlich durch das Zusammenbrechen des Wagens selbst, und dann dadurch, dafs, wenn nicht grade der gebrochne Wagen der hinterste in der Reihe ist, die ihm noch nachfolgenden Wagen auf ihn mit Heftigkeit stofsen, der Zug der andern Wagen aber, die dem gebrochenen vorauflaufen, plötzlich gehemmt wird. Am gefährlichsten ist das Zusammenbrechen des Dampfwagens selbst: nicht allein weil er der vorderste von allen ist, und also, wenn er bricht, alle nachfolgenden Wagen auf ihn einstürmen, sondern auch, weil er Feuer und glühende Kohlen führt und dadurch die nachfolgenden Wagen in Brand stecken kann; wie es auf der Versailler Eisenbahn geschehen ist und dort ein so schreckliches Unheil verursacht hat.*

1. Die nächsten Mittel zur Abwendung solcher Unfälle werden offenbar darin zu suchen sein, dafs man den Rädern, und besonders den *Achsen,* deren Bruch vorzüglich gefährlich ist, mehr Festigkeit zu geben sucht, während man zugleich auch auf die Güte und Festigkeit der Federn und der übrigen Wagentheile alle nur mögliche Sorgfalt wendet und allen diesen Theilen die möglichste Sicherheit verschafft: jedoch zugleich ohne ihre Masse und ihr Gewicht zu *vergröfsern;* denn macht man die Theile der Wagen sehr *schwer,* so greift auch wieder ihr Gewicht ihre Festigkeit mehr an. Dafs Räder und Achsen durchaus nie aus gegosse-

nem Eisen sein sollten, versteht sich von selbst; denn das gegossene Eisen ist dazu viel zu spröde; auch halten gegossene Räder nicht lange vor; sie nutzen sich schnell ab. Es sollten also Achsen und Räder zunächst *nur* von *geschmiedetem* Eisen sein, und zwar sollten die Achsen stets aus einzelnen Schienen zusammengeschmiedet, gleichsam damascirt sein und dann vor dem Gebrauch allen nur möglichen Proben unterworfen werden; wie es z. B. mit den Achsen der Geschützwagen bei der Artillerie zu geschehen pflegt. Das Brechen geschmiedeter *Räder* ist meines Wissens selten vorgekommen; die Räder mit doppelten, dicht zusammenstehenden und, um ihnen Elasticität zu geben, ein wenig auseinander gebogenen Speichen, sind, wenn sonst aus gutem Eisen, in der That schon *sehr* fest und dauerhaft: desto mehr ist das Brechen der *Achsen* zu befürchten; besonders bei den Dampfwagen selbst. Hier ist denn nun zunächst weiter ein besonderer Umstand vorzüglich gefährlich und ein wahres Beförderungsmittel des Bruchs und der Unfälle. An den frühern englischen Dampfwagen ist nemlich die Trieb-Achse *zwischen* den Rädern in zwei rechtwinklig auf einander stehende Kurbeln gebogen. Schon dafs auf diese Weise die Achse durch die Kurbeln *unvermeidlich um den vierfachen Kurbelhub,* also um $2\frac{1}{2}$ bis 3 Fufs, und wohl noch mehr, *länger* wird, also fast *doppelt* so lang, als sie ohne die Biegungen wegen der Kurbeln zwischen den Rädern sein würde, ist allein schon eine grofse Verminderung ihrer Stärke und Haltbarkeit; nemlich eine Verminderung bis fast auf die Hälfte: aber offenbar ist es auch nicht wohl möglich, eine in rechte Winkel *gebogene* Achse so fest zu schmieden, als eine *gerade.* Es sollten daher die Kurbeln niemals *in der Achse selbst* sein, sondern die Kurbelbuge sollte *aufserhalb* der Räder liegen; wie bei den Norrisschen Amerikanischen Dampfwagen. Die Kurbeln und Bläuelstangen müssen dann freilich ebenfalls aufserhalb des Wagens liegen, und die Dampfcylinder können dem Feuer weniger nahe sein; wodurch etwas von der Hitze des Dampfes verloren geht: indessen ist die Nothwendigkeit der Verlegung der Kurbelbuge nach aufsen allzu nothwendig, als dafs sie unterbleiben sollte.

Sodann dürfte sich auch wohl noch den Achsen der Eisenbahnwagen, und selbst denen der Dampfwagen, sobald die Kurbeln nicht mehr *zwischen* den Rädern liegen, durch eine zweckmäfsige Veränderung ihrer jetzt gewöhnlichen *Form* eine gröfsere Widerstandsfähigkeit gegen den Bruch geben lassen; und zwar *ohne* Vermehrung ihrer Masse und ihres Gewichts. Jetzt nemlich

sind die Achsen der Eisenbahnwagen in der Regel vollkommne *Cylinder*, mit kreisförmigem *Querschnitt*. Die Achsen der Personen- und Güterwagen haben, für die meist übliche Weite der Spur von 4 Fufs $8\frac{1}{4}$ Zoll, gewöhnlich 3 Zoll, die Achsen der leichteren und schwereren Dampfwagen 4 bis 5 Zoll im Durchmesser. Die schwächste Stelle der Achse liegt immer in der Mitte ihrer Länge; denn, wenn gleich die Belastung hier nicht in der Mitte der Länge auf den Achsen aufliegt, sondern vielmehr aufserhalb der Räder, dicht an denselben, so kann doch die Achse immer nur insbesondere in der Mitte der Länge brechen; dafs sie nahe an den Rädern breche, ist weniger möglich, weil die Entfernung von dem Aufruhepunct geringer, die Dicke der Achse aber dieselbe ist. Die schwächste Stelle der Achse liegt also, vorausgesetzt, dafs sonst alle ihre Theile gleiche Stärke und Cohäsion haben, immer *in der Mitte* zwischen den Rädern: bricht die Achse anderswo, so kann der Bruch nur von einem besondern Fehler im Eisen herrühren. Die Achse ist also immer einem Balken zu vergleichen, welcher, an beiden Enden aufruhend, in der Mitte seiner Länge eine Last trägt. Nun ist aber der *kreisförmige* Querschnitt für einen solchen Balken, eben wie auch der *quadratische*, bekanntlich nicht der vortheilhafteste; vielmehr trägt, wie man weifs, ein Balken, von gleicher Masse und gleichem Gewicht, wenn er *höher als breit* ist, bei weiten mehr; aus dem Grunde, dafs die Tragkraft von Balken von gleicher Länge nicht wie das Product aus der Höhe in die Breite, sondern wie das Product aus dem *Quadrat* der Höhe in die Breite sich verhält. Zwar läfst sich, um diesen Umstand zu benutzen, eine *Achse* im Querschnitte nicht *hochkantig* machen, weil sie beständig um ihre centrische Linie herumgedreht wird und nothwendig in *jeder* Lage möglichst die *gleiche* Stärke haben mufs: indessen läfst sich ihr doch füglich ein Querschnitt geben, mit welchem sie, ohne mehr zu wiegen, eine stärkere Widerstandskraft gegen das Zerbrechen bekommt, als durch die reine cylindrische Form. Es ist nemlich, ohne besondere Auseinandersetzung, leicht zu sehen, dafs, vermöge des vorhingedachten Princips für die Tragkraft der Balken, eine Achse, von welcher gleichsam nur der Kern ein Cylinder wäre, aus dessen Oberfläche aber rund um, längsaus, schmale und hochkantige Schienen herausträten, stärker sein würde, als eine rein-cylindrische Achse. Also, wenn man den Achsen der Eisenbahnwagen etwa die Form eines Bündels zusammengeschmiedeter Cylinderstäbe gäbe, oder, im Querschnitte die Form eines regelmäfsi-

gen Vielecks von einer *ungeraden* Zahl von Seiten, z. B. die Form eines *Neunecks*, aus dessen jeder Seite ein *gleichseitiges Dreieck* heraustritt, also im Ganzen die Form eines neunspitzigen *Sterns* (die Spitzen und Winkel natürlich etwas abgerundet): so würde eine solche Achse gegen den Bruch stärkeren Widerstand leisten, als eine rein-cylindrische Achse von *gleichem* Gewicht. Zwar würde sich eine so geformte Achse schwerer *schmieden* lassen, als eine cylinderförmige: aber es scheint nichts zu hindern, die Achsen, statt sie zu *schmieden*, auch zu *walzen*. Denn auch die Schienen für die Eisenbahnen werden ja *gewalzt*, und auch sie haben Lasten zu tragen und beständigen Stöfsen zu widerstehen, welche sie zu zerbrechen trachten; und die *gewalzten* Schienen leisten diesen Widerstand auf das Beste. Durch das *Walzen* aber dürfte sich dem Querschnitte der Achsen ohne alle Schwierigkeit die *Bündelform*, oder ihrem Querschnitte die *Sternform* geben lassen. Dieser Vorschlag dürfte daher der Beachtung und des Versuches werth sein. Dafs die bündel- oder sternförmigen Achsen an den Enden rund abgedreht werden müssen, macht fast keinen Unterschied; denn auch die cylindrischen Achsen müssen an den Enden abgedreht werden.

Sollte sich indessen die Bündel- oder die Sternform für Achsen in der Ausführung dennoch zu schwierig zeigen, so gäbe es noch ein zweites einfaches Mittel, die Achsen, ohne ihr Gewicht zu vergröfsern, stärker zu machen. Da nemlich die schwächste Stelle einer Achse, wie oben bemerkt, in der Mitte ihrer Länge liegt, so wird die Achse verstärkt, wenn man sie in der Mitte dicker macht, als gegen die Enden hin. Man gebe also den Achsen, wenigstens denen der *Personen- und Güterwagen*, nicht sowohl die Form eines *Cylinders*, als vielmehr die Form zweier *abgekürzten Kegel*, die in der Mitte mit ihrer *gröfsern* Grundfläche zusammenstofsen. Solche Achsen werden sich ohne Bedenken *schmieden* lassen. An dem Tender eines Dampfwagens, Jackson genannt, haben sie z. B. diese Form erhalten. (Man sehe *Armengaud l'industrie des chemins de fer. Livr. 2. table 13.*) Für die Trieb-Achsen der *Dampfwagen* pafst diese Form weniger. Die Achsen der Dampfwagen mache man also, um sie zu sichern, lieber *noch* etwas stärker als gewöhnlich (in so fern nemlich etwa Anfangs sich die Bündel- oder Sternform als zu schwierig ausführbar sich ergeben sollte). Durch die gröfsere Dicke wird ihr Gewicht noch nicht eben gröfser werden, als das einer gewöhnlichen Achse mit den

Kurbeln zwischen den Rädern, weil eine Achse mit Kurbel-Armen *aufserhalb* der Räder, *jedenfalls kürzer* ist, als jene, da sie nicht, wie jene, *vier* Kurbel-Arme hat, sondern nur *zwei*.

Eine wesentliche, auch zur Vermehrung der Sicherheit gereichende Verbesserung der Dampfwagen dürfte auch die des Herrn *Bury* sein, der die Tragbäume der Dampfwagen nicht, wie gewöhnlich, *aufserhalb* der Räder, sondern, wie man es auf der 28sten Tafel des obengenannten Werks von *Armengaud* vorgestellt findet, zwischen sie legt; und zwar deshalb, weil auf diese Weise, im Fall eines Bruchs einer Achse, die Spurkränze der Räder nicht von den Schienen abgelenkt, sondern vielmehr an dieselben angedrückt werden, so dafs also der gebrochene Wagen weniger leicht aus den Schienen kommen kann; was besonders zu fürchten ist, weil dann der Wagen nothwendig viel plötzlicher stehen bleiben mufs und also der Stofs auf ihn viel heftiger ist, als wenn er noch weiter fort zu laufen vermag.

2. Ein anderes Vorbeugungsmittel gegen die Gefahren eines Bruchs von Achsen und Rädern ist, dafs man *keinem* Wagen, wenigstens nie dem *Dampfwagen*, blofs *zwei Paar* Räder giebt, sondern den Personen- und Lastwagen wenigstens *drei Paar* und den Dampfwagen *vier Paar* Räder: zwei Paar vor und ein Paar hinter der Trieb-Achse. Auf der Potsdamer Bahn haben selbst die ältesten Dampfwagen sechs Räder. Schon sechsrädrige Wagen haben vor den vierrädrigen mehr als einen Vorzug. Bricht nemlich an einem vierrädrigen Wagen eine der Achsen, oder ein Rad, so fällt der Wagen in der Regel um, stürzt zusammen, und kann nicht weiter kommen; was offenbar, besonders bei einem Dampfwagen, die allergröfste Gefahr zur Folge hat. Anders ist es bei einem sechsrädrigen, und noch besser bei einem achträdrigen Wagen. Er kann sich noch auf den übrigen Rädern und Achsen halten, nachdem die eine Achse oder eins der andern Räder gebrochen ist. Sodann läfst sich die Last auf mehrere Räder besser *vertheilen*, als auf vier; und wirkt also weniger stark auf die Achsen und Räder; auch haben, was sehr wichtig ist, die Schienen von einem mehrrädrigen Wagen weniger an einer und derselben Stelle zu tragen. Endlich bedürfen bei den Dampfwagen mit mehreren Rädern die Triebräder, zwischen den übrigen Räderpaaren stehend, keines Spurkranzes, und es findet also keine Reibung derselben *seitwärts* an den Schienen Statt, die bei den vierrädrigen Dampfwagen ein Kraftverlust ist. Allen

übrigen Wagen ebenfalls wenigstens sechs, statt vier Räder zu geben, ist zwar nur auf noch bevorstehenden Eisenbahnen und auf den schon vorhandenen nur füglich allmälig ausführbar, so wie die etwa noch vorhandenen vierrädrigen Wagen abgängig werden: allein die vierrädrigen *Dampfwagen* sollten auch da, wo sie schon vorhanden sind, entfernt werden; der gar zu grofsen Gefahr wegen. Es läfst sich zwar Verschiedenes auch *gegen* die mehrrädrigen und *für* die vierrädrigen Wagen, z. B. unter andern sagen: die Last ruhe *doch* immer nur auf vier Rädern, nicht auf allen sechsen, weil der Wagen nie auf einer vollkommenen Ebene stehe. Dem ist aber nur scheinbar so: denn, wenn auch der Wagen freilich auf keiner vollkommnen Ebene steht, so sind doch auch eben so wenig seine Tragbäume vollkommen unbiegsam; und in so starkem Maafse weicht die Fläche, auf welcher der Wagen steht, von der Ebene nicht ab, dafs sich so die Last nicht auf die sechs Puncte vertheilen sollte. Man könnte, mit gleichem Scheingrunde erwiedernd, sagen: nicht auf vier, sondern nur auf *drei* Puncten ruhe eigentlich die Last des Wagens; denn drei Puncte, nicht vier, sind es bekanntlich, in welchen ein vollkommen starrer Körper aufruht: dafs aber ein Wagen nur auf drei Rädern ruhe, wird wohl Niemand behaupten wollen. Auch vielerlei Anderes noch mag sich für die vierrädrigen Dampfwagen aufbringen lassen; besonders wenn es darauf ankommt, die Beibehaltung solcher *vorhandenen* Wagen zu vertheidigen. Aber, wofür lassen sich nicht Gründe aufstellen! Selbst für Das, was *zuverläfsig* nicht richtig ist, finden sich deren. Die Verhandlungen z. B. in berathschlagenden Versammlungen und die Vertheidigungsreden in den Processen beweisen es zur Genüge. Auch können dergleichen Gründe wirklich *an sich* ganz gut sein; denn *Alles* hat seine Licht- und seine Schattenseite: indessen kommt es offenbar für das *richtige Resultat* darauf an, welche Gründe die anderen *überwiegen;* und die Gründe *gegen* die vierrädrigen Dampfwagen dürften wohl unzweifelhaft wichtiger und dringender sein, als die *für* dieselben. Schon allein der Umstand, dafs, wie z. B. von Herrn *Seguier* sehr richtig bemerkt worden ist, dadurch, dafs die Richtung des Zugs eines Dampfwagens um den Halbmesser der Triebräder *höher* liegt, als der Ort des Widerstandes der Reibung der Räder auf den Schienen (so, dafs ein *Winkelhebel* entsteht) und also der vordere Theil eines vierrädrigen Dampfwagens beständig abwechselnd mit der Kraft des Widerstandes *in die Höhe gehoben wird* und wieder auf die *vordere* Achse

hinunter*fällt,* so dafs diese Achse nicht blofs zu *tragen* hat, sondern sogar beständige *Stöfse* bekommt (was auch vielleicht die wirkliche Ursach sein mag, weshalb bei dem Versailler Unfall gerade die *vordere* Achse, nicht die Trieb-Achse, gebrochen ist), ist so *sehr* erheblich, dafs die vierrädrigen Dampfwagen, was auch sonst für sie, rücksichtlich ihrer gröfsern Wohlfeilheit, Leichtigkeit u. s. w. zu sagen sein mag, den mehrrädrigen wohl entschieden nachstehen dürften; selbst wenn wirklich die oben (in §. 1.) gedachte Verbesserung des Herrn *Bury* die Folge haben sollte, dafs ein vierrädriger Wagen noch mit gebrochener Achse seinen Weg fortsetzen kann. Sogar die Erfahrung im Grofsen, die sich, nach Herrn *Mambry,* auf den Eisenbahnen in England ergeben hat, dafs vierrädrige Dampfwagen viel weniger oft verunglückt sind, als sechsrädrige, beweiset noch nicht ihren Vorzug. Der Grund davon kann auch in der bessern und sorfältigern Bau-Art, in der gröfsern Leichtigkeit der Wagen und in vielen andern Dingen liegen; und dann wiegt der Unfall auf der Versailler Bahn, an welchem ein vierrädriger Wagen die Schuld hat, wohl gar viele andere auf.

Die Ursach, warum Dampfwagen, nach der Meinung des Verfassers des gegenwärtigen Aufsatzes, *acht* Räder haben sollten, ist, dafs der vordere Theil des Wagens in der Regel um 30 bis 40 Ctr. schwerer ist, als der hintere, und dafs also die vordere Achse eines sechsrädrigen Dampfwagens ein solches Gewicht mehr zu tragen bekommt, als die hintere. Dieserhalb dürfte es natürlich sein, den vorderen Theil des Wagens durch *zwei* Achsen zu unterstützen, während für den hintern Theil, dessen Zusammenbrechen aufserdem weniger Gefahr bringt, *eine* Achse völlig hinreicht. Bricht an einem achträdrigen Wagen eine der vier Achsen, welche es auch sein mag, so fällt der Wagen immer noch nicht auf den Boden, sondern kann seinen Weg noch fortsetzen; was bei vierrädrigen und sechsrädrigen Wagen weit weniger möglich ist. Ist es aber nur möglich zu machen, dafs ein Dampfwagen, wenn daran eine Achse oder ein Rad bricht, nicht zur Erde fällt und deshalb plötzlich stille stehen mufs, sondern seinen Weg noch fortsetzen kann, so ist alle Gefahr, die von diesem Unfall herkommen kann, gehoben. Denn die Gefahr entsteht nur daraus, dafs die Bahnenwagen auf den Dampfwagen, falls derselbe plötzlich still steht, mit grofser Heftigkeit aufstofsen. Wird aber der Dampfwagen durch einen Achsen- oder Radbruch nur nicht plötzlich in seinem Laufe gehemmt, so

darf nur der Führer nicht ihn anhalten, sondern vielmehr für den Augenblick nur noch stärker antreiben, während zugleich die Bahnwagen von dem Dampfwagen *abgelöset* und allmälig gehemmt werden. Hat erst der Dampfwagen hinreichend von dem Wagenzuge sich *entfernt,* so ist er demselben auf keine Weise mehr gefährlich. Für sechsrädrige Wagen könnte man zwar, nach dem Vorschlage des Herrn *v. Pambour,* auch das Gewicht des Tenders benutzen, um, im Fall die vordere Achse des Dampfwagens bricht, das Uebergewicht des vordern Theils dieses Wagens abzuhalten, dafs es den Wagen vorn auf den Boden hinabdrücke: aber diese Aushülfe ist doch wohl immer etwas mifslich; und sicherer sind offenbar *zwei* Paar Räder unter dem vorderen Theile des Dampfwagens. Es scheinen also *vier* Achsen und *acht* Räder an den Dampfwagen eines der wesentlichsten und nothwendigsten Mittel zur Abwendung der Gefahren für die Personenwagen zu sein.

3. Ein weiteres Mittel, die Wirkungen und Gefahren eines Achsen- oder Radbruchs, oder auch einer andern *plötzlichen* Hemmung des Laufes eines einzelnen Wagens zu entfernen, dürfte sein, dafs man die Ketten, mittelst welcher die Wagen aneinander gehängt sind, nicht sowohl in feste *Haken* greifen läfst, in Folge dessen, wenn nicht etwa die Ketten oder Haken *zerreifsen*, die dem gebrochenen Wagen *vorauflaufenden* Fuhrwerke nothwendig einen fast eben so starken Stofs erleiden, als der zerbrochene Wagen selbst und die ihm *nachfolgenden:* sondern, dafs man die Wagen auf eine solche Weise aneinander hängt, dafs, sobald der Zug an einen plötzlich gehemmten Wagen vermöge der in Bewegung begriffenen, ihm vorauflaufenden Massen auf einmal *weit* über das gewöhnliche Maafs zunimmt und zu einem *Ruck* wird, die Ketten oder Haken, *ohne* zu zerreifsen, von selbst loslassen müssen; wodurch dann der Stofs und dessen gefährliche Wirkung, wenigstens für die *vorauflaufenden* Wagen, sehr ermäfsigt werden wird. Es liefsen sich leicht mehrere zu diesem Zweck dienliche Mittel finden. Eins der einfacheren dürfte sein, dafs man der Kette, statt des *Hakens,* mit welchem sie einen Wagen erfafst, eine starke stählerne Feder von der Form $<$ giebt, die in ein Eisen, gleichsam von der Form eines Mauls oder Gebisses, gelegt ist. Die Feder müfste so stark sein, dafs sie durch den stärksten *gewöhnlichen* Zug zwar zusammengedrückt, aber nicht ganz aus dem Gebisse herausgerissen wird: wohl aber durch einen, den stärksten gewöhnlichen Zug an Kraft

übersteigenden Ruck. Es würde dann, im Fall ein Wagen sich plötzlich gehemmt findet, das Gebifs die Feder fahren lassen müssen, und die dem gebrochenen Wagen vorauflaufenden Fuhrwerke würden, ohne besondere Erschütterung erlitten zu haben, ihren Weg fortsetzen können, bis man sie durch die gewöhnliche Hemmung *allmälig* zum Stillstand gebracht hat. Dafs das Gebifs auch schon dann, wenn es *nicht* geschehen soll, nemlich beim Anfange der Bewegung eines Wagenzuges, wo allerdings jeder Wagen ebenfalls erst durch einen gewissen Ruck in Bewegung gebracht wird, die Feder loslassen werde, ist nicht zu besorgen, wenn nur die Feder, die in dem Gebisse steckt, gegen *diesen* Ruck stark genug ist; und das kann sehr wohl sein; denn der Ruck an die auf Rädern stehenden Wagen, beim Anfange einer Fahrt, ist *bei weitem* schwächer, als der, wenn die angezogenen Wagen nicht mehr folgen *können;* auch erfolgt er, wegen der an dem Wagen befindlichen Zugfedern, nie *plötzlich.*

4. Der heftige *Stofs,* welchen, wenn ein Wagen in der Reihe des Zuges bricht, besonders die, welche ihm *nachfolgen,* erfahren, ist eine der Hauptveranlassungen zur Beschädigung der Passagiere. Jetzt sind, diesen Stofs zu schwächen, blofs die *Stofsfedern* vorhanden, von der Form der Druckfedern, welche man die Kasten der Wagen tragen zu lassen pflegt, unter dem Boden der Wagen horizontal liegend. Diese Stofsfedern sind aber schon an sich unvollkommen genug, denn sie geben blofs um einige, höchstens 8 bis 9 Zoll nach. Ein so geringes Nachgeben ist offenbar unzureichend, um, im Fall ein Wagen beinahe plötzlich fast ganz still steht, die ungeheure bewegende Kraft, welche eine, mit einer Geschwindigkeit von vielleicht 40 und mehreren Fufsen in der Secunde sich fortbewegende schwere Last besitzt, ohne die heftigste Erschütterung aufzuheben; und das um so mehr, weil der Widerstand selbst, welchen eine solche Stofsfeder leistet, verhältnifsmäfsig nur gering ist und die Feder sicherlich durch eine *bei weitem* geringere Kraft, als jene bewegte Masse hat, schon *völlig* gerade gebogen werden kann, so dafs die Feder zwar für das gewöhnliche Aufeinanderstofsen der Wagen, wenn sie allmälig in Ruhe kommen, ganz zweckmäfsig ist, nicht aber für den ungewöhnlichen, heftigen Stofs, wenn einer der Wagen plötzlich still steht.

Etwas würde nun schon gewonnen werden, wenn man statt der üblichen, den Druckfedern ähnlichen Stofsfedern, starke stählerne *spiralförmige* Federn, in eisernen, unter den Boden der Wagen zu legende

Hülsen eingeschlossen, machte, die in diese Hülsen mittelst starker eiserner Stangen bei dem Aufeinanderstofsen der Wagen allmälig *zusammengedrückt* (nicht von einander gezogen) werden. Man stelle sich, unter den vorauflaufenden, so wie unter den nachfolgenden Wagen liegend, 3 Fufs lange Hülsen und 6 Fufs lange, starke Stangen vor, die von der einen bis zu der andern reichen: so können diese Stangen, falls die Wagen in den Fall kommen, heftig aufeinanderzustofsen, an *4 bis 5 Fufs lang* in die Hülsen hineingedrückt werden, ehe die Federn aufhören nachzugeben. Der nachfolgende Wagen hätte also nun schon, statt 8 bis 9 Zoll, wie jetzt, wenigstens noch 4 bis 5 Fufs zu durchlaufen, ehe er den völlig starren Widerstand erreicht; und das würde offenbar den Stofs, wenn auch nicht ganz unschädlich machen, so doch sehr schwächen und vermindern. Machte man die Hülsen noch um etwas, etwa um 8 bis 9 Zoll, also die Stangen um doppelt so viel länger, und legte in die Hülsen auch noch entgegengesetzte Spiralfedern, die sich auf die Boden der Hülsen stemmen, *durch* welche die Stange geht, so könnte die Vorrichtung auch zugleich die Stelle der *Zugfedern* vertreten; und so würde sie wahrscheinlich auch *wohlfeiler* sein, als die jetzigen Stofs- und Druckfedern. Die Ketten fielen dann weg, und die Stangen verträten ihre Stelle. Der *Boden* der Hülse, *durch* welche die Stange geht und auf welche die *Zugfeder* sich stemmt, müfste dann etwa die obenbeschriebene Einrichtung, mit der starken, durch ein Gebifs gehaltenen Feder bekommen.

Um aber auch den heftigen Stofs, der immer noch zu besorgen ist, wenn die Stangen und die Spiralfedern zu wirken *aufhören*, noch mehr zu vermindern, dürfte ferner folgendes einfache und wenig kostbare Mittel anwendbar sein. Man befestige nemlich vor und hinter jeden Wagen, in seiner ganzen Breite, lederne, cylindrische, $1\frac{1}{2}$ bis 2 Fufs im Durchmesser haltende, mit Wachstuch bedeckte und mit Wolle ziemlich fest ausgestopfte Säcke, die zur Berührung gelangen kurz vorher ehe die Stofsspiralfedern zu wirken aufhören. Diese Säcke würden, indem die Wolle sich zusammendrückt, den die Spiralfedern überwältigenden Stofs auffangen und ferner sehr wirksam schwächen.

5. Eine wesentliche Gefahr entsteht, nicht blofs für Passagiere auf Eisenbahnen, sondern sogar für alle in Wagen Fahrende, wenn sie die Wagen, ehe dieselben völlig still gehalten haben, oder gar *während* einer schnellen Fahrt verlassen; wozu sie auf Eisenbahnen sich bewogen finden

können, wenn durch irgend einen Bruch oder Schaden eine noch gröfsere Gefahr dem Wagenzuge zu drohen scheint. Die Gefahr des Herausspringens aus Wagen während der Fahrt ist so ziemlich Jedermann bekannt: sei es aus den Gesetzen der Bewegung selbst, oder aus eigner Erfahrung, oder aus einem dunklen Gefühl. Aber weniger allgemein anerkannt dürfte es sein, dafs es *völlig unmöglich* ist, die Gefahr und schwere Verletzungen bei grofsen Geschwindigkeiten ganz abzuwenden. Viele glauben, wenn sie nur *geschickt* aus dem Wagen springen, ohne Schaden wegkommen zu können: allein das ist bei sehr schneller Bewegung *völlig unmöglich;* es hilft *keine* Geschicklichkeit und *keine* Vorsicht *ganz:* ein *unglücklicher* Sprung kann die Gefahr und den Schaden noch vergröfsern, aber verhüten läfst sie sich, bis zur Lebensgefährlichkeit hin, durch *keine* Art des Sprunges. Vielleicht ist es nicht unnütz, auf diesen Gegenstand etwas näher einzugehen und die so eben aufgestellte Behauptung näher zu *beweisen.*

Jedem in einem Wagen befindlichen und mit demselben fortbewegten Körper, also auch den in einem Wagen sitzenden Personen, wird nemlich durch die Fortbewegung des Wagens dieselbe Fortbewegungs-Geschwindigkeit mitgetheilt, die der Wagen selbst hat. Der bekannte Versuch mit einem Steine, oder einem andern Körper, den man, in einem fortbewegten Wagen sitzend, aus der Hand auf den Boden des Wagens fallen läfst, macht dies anschaulich. Der Stein fällt genau auf *dieselbe* Stelle des Wagenbodens hin, die er erreichen würde, wenn der Wagen *still stände;* woraus folgt, dafs der Stein *dieselbe* Fortbewegungs-Geschwindigkeit haben müsse, wie der Wagen selbst: denn hätte er sie nicht, so müfste er eine *andere,* weiter *zurückliegende* Stelle des Wagenbodens erreichen, weil der Wagen während des Fallens des Steins weiter fortgerückt ist. Wenn also eine Person während des Laufes eines Wagens aus demselben hinausspringt, so wird sie, auch noch nachdem sie den Wagen schon *verlassen* hat, während des Moments, den der Sprung dauert, bis ihre Füfse den Boden erreicht haben, vermöge der ihr durch den Zug des Wagens, gleich jenem Steine, mitgetheilten Fortbewegungs-Geschwindigkeit, noch in der Luft gleichsam fortgeschleudert. So wie nun aber die Füfse der Person den festen, ruhenden Boden erreichen, wird die Fortschleuderung des *untern* Theils des Körpers urplötzlich gehemmt, nicht aber die seines *oberen* Theils, und folglich wird dieser

obere Theil, besonders der Kopf, ganz unvermeidlich mit einer Gewalt, die ungeheuer ist, wenn die Geschwindigkeit der Fortbewegung grofs war, zu Boden geworfen, und es wird unausbleiblich der Kopf zerschmettert, oder, wenn man Arme und Hände vorhält, so werden diese zerbrochen werden. *Neigt* etwa der Springende während des Sprunges seinen Körper nach derjenigen Seite hin, nach welcher der Wagen sich hinbewegt, so ist zwar dann die *Höhe* des Falls des oberen Körpertheils geringer: aber die Gewalt des Falles wird auch wieder durch das eigene Gewicht des Körpers noch verstärkt, weil die Person in der *schrägen* Stellung fallen würde, auch wenn der Wagen still gestanden hätte. Neigt, umgekehrt, der Springende seinen Körper beim Sprunge nach der entgegengesetzten Seite, von welcher der Wagen *herkommt,* so kann zwar, wenn die Neigung ganz richtig abgemessen ist, die dem oberen Theile des Körpers von dem Zuge des Wagens, gleich dem oben gedachten Steine, mitgetheilte Fortbewegung, die aus der schrägen Stellung entstehende Neigung zum Fallen nach der entgegengesetzten Seite hin aufheben, und es kann dadurch geschehen, dafs der Springende *nicht fällt:* aber sein Körper bekommt dann beim Aufstofsen seiner Füfse auf den Boden, durch die Kraft, mit welcher ihn der Wagen fort und auf den Boden geschleudert hat, einen Stofs, schräg von unten nach oben, der bei grofser Geschwindigkeit so heftig sein kann, dafs die Beine oder der Rückgrat verstaucht oder gebrochen werden. Welche Lage man also auch seinem Körper bei dem Sprunge geben mag: immer ist die Gefahr und der Schaden *unvermeidlich,* und bei grofser Geschwindigkeit *lebensgefährlich.* Das Eine oder das Andere geschieht immer: entweder der obere Theil des Körpers, und besonders der Kopf, wird mit Gewalt auf den Boden geschleudert, oder: wenn der Körper nicht fällt, so bekommt er einen so heftigen Stofs schräg von unten nach oben, dafs die Glieder verstaucht und zerbrochen werden können. Die Gefahr wird nur allein vermindert durch die Mäfsigkeit der Geschwindigkeit der Fahrt, oder, wenn man nicht auf *festen* Boden, sondern etwa in sehr weichen Sand, oder in einen Heuhaufen, oder ins Wasser, oder sonst in eine sehr weiche Masse springt. Aber, da dies auf einer Eisenbahn wohl nur selten der Fall sein wird, vielmehr hier die Gefahr noch dadurch vergröfsert wird, dafs der Herausspringende auf die harten Quer-Unterlagehölzer treffen, oder beim Umfallen unter die Räder der Wagen gerathen kann, so geht Der, welcher bei gröfserer Geschwindigkeit,

z. B. bei der auf Eisenbahnen gewöhnlichen Geschwindigkeit der Fahrt von 4, 5 bis 6 Meilen in der Stunde, aus einem Wagen springt fast eben so gewifs einem sichern Tode, oder doch der gräfslichsten Verstümmelung entgegen, als würde er von den Rädern der Wagen zermalt. Alle Vorsicht und Geschicklichkeit beim Sprunge kann die Gefahr und den Schaden *durchaus nicht* abwenden.

Obgleich dies nun völlig gewifs ist, und es auch wohl ziemlich von Jedermann geahnet wird, so lehrt doch die Erfahrung, dafs sich gleichwohl so Mancher nur zu leicht in eine ähnliche, wenn auch geringere Gefahr begiebt; und das sogar öfters schon *ohne* dringende Noth. Wenn die Gefahr unbedeutend ist, nemlich, wenn der Wagen nur langsam sich fortbewegt, darf man den Irrthum oder Leichtsinn noch nicht allzu strenge tadeln. Er ist vielmehr gewissermaafsen natürlich, und auf Eisenbahnen, besonders bei der Beendigung einer Fahrt, ist er es um so mehr. Jeder wünscht den Wagen sobald als möglich zu verlassen, um wieder Herr seiner Glieder zu werden. Auf einer Eisenbahn sind theils durch die schnelle Fahrt die Lebensgeister mehr aufgeregt, theils ist es natürlich, dafs man, gleichsam unbewufst, wünscht, nicht minder schnell, als man fortbewegt wurde, nun auch weiter seinen Weg fortzusetzen. Es ist also *natürlich,* dafs man, nachdem man auf einer Eisenbahn *ans Ziel* gelangt ist, dränge und eile, den Wagen zu verlassen. Das Herausspringen aus den Wagen ohne Noth, während sie im *schnellen* Lauf sind, ist aber freilich nicht zu entschuldigen; denn hier ist die Gefahr ungeheuer; und ein Glück ist es noch, wenn Der, welcher es unternimmt, mit dem Leben davon kommt und blofs seine Glieder zerbricht *).

Um nun jene Gefahr sicher und unter allen Umständen abzuwenden, pflegt man auf Eisenbahnen die Thüren der Wagen so zu verschliefsen, dafs sie *von innen* nicht geöffnet werden *können.* Die *Absicht* davon ist offenbar ganz gut; auch ist gewifs eben sowohl eine Pflicht als ein Recht für die Unternehmer einer Eisenbahn vorhanden, nicht bei blofsen Warnungen gegen die Gefahr stehn zu bleiben, sondern irgend Etwas zu thun, um auch die Leichtsinnigen abzuhalten, sich einer Gefahr auszusetzen, die sie in den meisten Fällen vermeiden *können.* Denn: eben so wie es z. B.,

*) Dieser Paragraph ist am 11ten Juni 1842 geschrieben und am 14ten Juli 1842 in der Akademie vorgelesen.

vergleichsweise, nicht genug ist, an Stellen eines Gewässers, die gefährlich sind, gegen das Baden daselbst blofs zu warnen, sondern die Behörde auch unstreitig die Pflicht und das Recht hat, Diejenigen, welche die Warnung nicht achten *wollen,* dennoch davon durch angemessene Mittel abzuhalten, weil unter denselben auch Solche sein können, die noch nicht einsehen, was ihnen taugt, z. B. Kinder: so haben auch die Eisenbahn-Unternehmer die Pflicht und das Recht, die Passagiere, selbst gegen ihren Willen, abzuhalten, dafs sie sich nicht in eine Gefahr stürzen, die nicht immer zu bestehen nothwendig ist. Man könnte freilich hier einwenden, dafs das Herausspringen auch schon aus *gewöhnlichen* Fuhrwerken während der Fahrt gefährlich genug sei und dafs doch dagegen nirgends Abhaltungs-Anordnungen nöthig gefunden werden. Es ist indessen nicht zu vergessen, dafs *hier* Abhaltungsmittel kaum *möglich* sein würden, wenigstens nicht auf andern als etwa öffentlichen Postwagen, indem schwerlich Jemand gezwungen werden kann, in seinem eignen Wagen etwas zu unterlassen, was er nicht unterlassen will. Anders ist es auf Eisenbahnen. Hier mufs der Zwang als *möglich* zugegeben werden; und also scheint es hier auch gewifs, dafs er Statt finden *müsse* und Statt finden *dürfe.*

Eben so gewifs, wie die Gefahr selbst, dürfte es nun aber sein, dafs das *Verschliefsen der Thüren* nicht das *rechte* Abhaltungsmittel sei, weil daraus möglicherweise andere, eben so grofse und noch gröfsere Gefahren entstehen können; wie es der traurige Fall auf der Versailler Eisenbahn gezeigt hat; denn die Menschen können in den Wagen den *Feuertod* erleiden müssen, wenn sie durch verschlossene Thüren verhindert werden, Mittel zu ihrer Rettung zu ergreifen, die, wenn der Wagen schon still steht, oder doch nur noch langsam sich bewegt, auch ganz möglich sind. Das Verschliefsen der Thüren ist noch um so gefährlicher, da ein Wagen, wie wir weiter unten berühren werden, auch dann schon nur zu leicht in Brand gerathen kann, wenn er auch gerade noch nicht von der Glut des Dampfwagens angezündet wird; und wenn nun auch gleich in solchen Fällen während des Laufs der Wagen das Rettungsmittel gefährlich und mifslich ist, so ergreift doch Jeder, wenn die Noth drängt, noch gern Alles, was ihn doch noch vielleicht *möglicherweise* retten könnte, ehe er sich dem *gewissen,* quallvollen Tode hingiebt; und daran darf er keinesweges verhindert werden. Das Verschliefsen der Thüren ist, um auf den obigen Vergleich beim Baden zurückzukommen, etwa so, als wenn man, zu dem

Zweck, das Baden an gefährlichen Stellen zu verhindern, die Rettung der dennoch dort Badenden unmöglich machen wollte. Es sind also jedenfalls andere Mittel zur Abwendung der Gefahr nöthig, als das *Verschliefsen der Thüren.*

Schlüssel im Innern der Wagen, um die Wagen im Nothfall öffnen zu können, sind schwerlich das rechte Mittel. Denn, sind die Schlüssel versteckt, so nutzen sie nichts. Sind sie es nicht, so bürgt wenig dafür, dafs sich die Passagiere des Schlüssels nicht auch schon ohne Noth bedienen; auch ist gerade ein *Schlüssel* in dem Augenblicke der Noth und Angst ein mifsliches Ding. Könnte man in *jedem* Wagen und in *jedem* Coupé einen *Führer* mitfahren lassen, so wäre es freilich ein Anderes: aber das geht offenbar nicht an. Das Abhaltungsmittel mufs möglichst von der Art sein, dafs es die Passagiere *bis auf einen gewissen Punct* vom Eröffnen der Thüren zurückhält, aber die Oeffnung derselben ihnen nicht *unmöglich* macht.

Vielleicht dürfte, aus diesem Gesichtspunct betrachtet, folgendes Mittel zweckmäfsig sein. Man verschliefse nemlich die Thüren *gar nicht* durch *Schlösser* und *Schlüssel,* weder von aufsen, noch von innen, sondern blofs durch eine starke, gewöhnliche Ueberfallklinke, die aufsen und innen einen Handgriff hat, um sie zu heben. Eine solche Klinke ist besser als Schlofs und Schlüssel, denn sie ist einfacher, Jedem bekannt und kann weniger leicht den Dienst versagen, selbst als ein *Riegel,* und noch weniger als ein *Schlofs.* Ueber den *innern* Handgriff der Klinke spanne man dann, fest auf die Wand der Thür anliegend, aber nicht auf*geklebt,* ein etwas verziertes Tuch, aus nicht ganz wohlfeilem Stoffe, an welches oben ein oder ein Paar Lappen genäht sind, vermittelst welcher das Tuch im Fall der Noth auch von der schwächsten Hand *abgerissen* werden kann, um den Handgriff der Klinke von Innen zugänglich zu machen. Wer dann dieses Tuch *ohne Noth* abreifst, würde es unnachsichtlich *bezahlen* müssen, wenigstens mit einigen Thalern, und billigerweise noch mit ein Paar Thalern Bufse obendrein, zum Ersatz des Schadens, dafs der Wagen bis zur Herstellung des Tuchs nicht gebraucht werden kann. Dieses würde gar Viele abhalten, von ihrem Recht, *in dem Fall der wirklichen Noth* das Tuch abzureifsen, anders als in solcher *wirklichen Noth* Gebrauch zu machen. *Dagegen,* dafs die Passagiere nach Beendigung der Fahrt die Thüren nicht eigenmächtig von innen öffnen, würde es gewifs *ganz* sicher schützen. Das Mittel ist einfach und wenig kostbar; denn es

erspart auch noch zugleich die *Schlösser*. — Wahrscheinlich giebt es auch noch andere Mittel, die noch besser sind. Das so eben beschriebene scheint aber wenigstens der Erwähnung und der Beachtung werth zu sein.

*Zweitens. Es können die Fuhrwerke auf Eisenbahnen entweder durch Funken aus dem Dampfwagen, oder, wenn sie, nachdem der Lauf des Dampfwagens durch irgend einen Schaden plötzlich gehemmt worden ist, auf denselben stofsen, wie es auf der Versailler Bahn geschehen ist, unmittelbar durch die Glut desselben, oder auch durch Funken und Feuer aus dem Innern der Fuhrwerke selbst, in Brand gerathen; was denn offenbar für die darin befindlichen Personen von der äufsersten Gefahr ist; wegen der Schwierigkeit, augenblicklich den Zug der Wagen zu hemmen und Löschmittel herbeizuschaffen.*

6. Die Gefahr der Entzündung durch *Funken aus dem Dampfwagen* ist im Grunde für die Fuhrwerke selbst nicht grofs: denn so ganz leicht kann dadurch ein *Wagen* selbst noch nicht in Brand gerathen. Gröfser ist die Gefahr, dafs die *Kleider* der Passagiere, besonders die zum Theil aus dünnen Stoffen bestehenden und leichter brennbaren Kleider der Frauenzimmer, durch Funken entzündet werden; so wie auch, dafs leicht entzündliche Güter, welche etwa auf den Wagen sich befinden, durch dergleichen Funken in Brand gesetzt werden.

Das sicherste Mittel gegen *Funken* von aufsen ist unstreitig eine nicht ganz leicht entzündliche gänzliche *Bedeckung* der Wagen. Denn sind die Personenwagen bedeckt, und haben sie Fenster, so kommt es nur auf einige Vorsicht der Passagiere an, um sich durch das Verschliefsen der Fenster gegen Funken von aufsen zu schützen; und sind die Güterwagen bedeckt und fest verschlossen, so können ebenfalls Funken von aufsen nicht wohl in dieselben eindringen. Es sollten daher zunächst alle *Güterwagen*, welche zum Transport leicht entzündlicher Dinge bestimmt sind, unbedingt bedeckt und fest verschlossen sein; was auch schon meist der Güter selbst wegen nothwendig sein wird, um sie gegen Regen und Nässe zu schützen. Aufserdem aber sollten, strenge genommen, auch alle *Personenwagen* bedeckt sein. Wer in einem unbedeckten Wagen fahren, oder auf der Decke der Wagen sitzen will, geht immer einer Gefahr entgegen, die unabwendlich ist, so lange zur Transport*kraft* auf Eisenbahnen Dampf und Feuer dienen; denn, obgleich die Dampfwagen rücksichtlich des Funkensprühens schon sehr verbessert worden sind, so dürfte es doch schwer-

lich möglich sein, das Umherfliegen von Funken *ganz* zu verhindern; besonders wenn mit *Holz* geheizt wird; denn es fallen *unvermeidlich* aus dem Rost Kohlen auf den Boden, und diese kann der Wind aufheben und fortführen. Es gesellt sich aufserdem zu der Gefahr der Funken für offene Wagen noch die Unannehmlichkeit des Staubes und der Asche. Die Führer der Wagen, welche nothwendig auf der Decke der Wagen sitzen *müssen*, sollten wie die Feuerleute bei den Lösch-Anstalten gekleidet sein.

Es läfst sich nun aber gegen die *bedeckten* Wagen auf Eisenbahnen einwenden, dafs, wegen ihrer gröfsern äufsern Fläche, bei grofser Geschwindigkeit der Bewegung eine *viel* stärkere Kraft nöthig sei, einen Zug *bedeckter* Wagen dem Winde entgegen fortzuziehen, als einen Zug offener Wagen.

Der Widerstand, welchen ein Wagenzug vom Winde in dem Falle findet, wenn der Zug dem Winde *gerade entgegen* geht, ist nicht eben sehr erheblich, weil es fast nur der *vordere* Wagen ist, der den Widerstand zu überwinden hat, indem er die auf ihn folgenden gegen den Wind deckt. Der Stofs des Windes auf einen Quadratfufs Fläche findet man in Preufsischen Pfunden ungefähr, wenn man die Geschwindigkeit des Windes in Preufs. Fufsen, das heifst den Weg, welchen die Luft in einer Secunde zurücklegt, nachdem dazu die Geschwindigkeit der gegen den Wind fahrenden Wagen hinzugethan worden ist, mit sich selbst multiplicirt und dieses Quadrat durch die Zahl 569 dividirt (Man sehe z. B. die Uebersetzung der Theorie der Dampfwagen von Herrn *v. Pambour* im gegenwärtigen Journal, Band 10. Heft. 3. S. 267). Nun ist ein Wind von 30 Fufs Geschwindigkeit schon bedeutend stark. Bewegt sich ihm also ein Wagen mit $26\frac{2}{3}$ F. Geschwindigkeit (4 Preufs. Meilen in der Stunde) entgegen, so trifft ihn der Wind mit $56\frac{2}{3}$ Fufs Geschwindigkeit und folglich beträgt dann der Stofs $\frac{56\frac{2}{3} \cdot 56\frac{2}{3}}{569}$ oder $5\frac{2}{3}$ Pfund auf den Quadratfufs, und folglich der Widerstand, wenn man die Fläche des vordern Wagens zu 24 Q. F. annimmt, 136 Pfund. Dieser Widerstand des Windes ist, wenn z. B. der Dampfwagen 15 Wagen zu 100 Ctr., also 1500 Ctr. fortzuziehen hat, wozu auf horizontaler Bahn ungefähr 10 Ctr. oder 1100 Pfund Kraft nöthig sind, vergleichsweise eben noch nicht sehr bedeutend. Gröfser und bedeutender ist aber freilich die Wirkung des Windes, wenn

der Luftstrom die Wagen *von der Seite* trifft. In solchem Fall ist der aus dem Druck des Windes auf die Seitenflächen der Wagen entstehende Widerstand je nach dem Winkel der Richtung des Windes mit der Fahrbahn stärker oder schwächer, und unter einem gewissen Winkel, der sich nach der Geschwindigkeit der *Wagen* und der Geschwindigkeit des *Windes* richtet, *am stärksten*. Dieser nachtheiligste Winkel beträgt, wenn die Geschwindigkeiten der Wagen und des Windes einander *gleich* sind, 60 Grad; wenn die Geschwindigkeit des Windes gröfser ist, als die der Wagen, nimmt er ab, bis zu der Grenze von 45 Graden; ist sie kleiner, so nimmt er zu, bis zu 90 Graden. Setzt man den Winkel überhaupt 45 Grad, welches auch besser pafst, wenn man aufser auf die Seitenflächen der Wagen auch zugleich auf ihre vordere Flächen Rücksicht nimmt, die freilich durch die vorauflaufenden Wagen zum Theil gedeckt werden, so findet man den Druck des Windes auf einen Quadratfufs der Fläche der Wagen in Preufsischen Pfunden, wenn man zu $\frac{7}{10}$ der Geschwindigkeit der *Wagen* die Hälfte der Geschwindigkeit des *Windes* addirt, die Summe mit der Geschwindigkeit des Windes multiplicirt und das Product durch die obige Zahl 569 dividirt *). Nimmt man also, wie vorhin, z. B. einen Zug von 15 be-

---

*) Diese Regel, so wie was von den Winkeln gesagt worden ist, unter welchen der Widerstand des Windes gegen die Fahrt am *gröfsten* ist, beruht auf mathematischen Rechnungen, die, für den Hauptzweck dieses Aufsatzes, eigentlich nicht hierher gehören. Für Diejenigen, welche die Gründe der obigen Aussagen zu sehen wünschen, mögen indessen die Rechnungen hier angedeutet werden.

Man nehme an, eine Fläche von der Gröfse $a$ mache mit der Richtung der Eisenbahn den Winkel $\beta$, stehe aufserdem auf dem Boden senkrecht, werde mit der Geschwindigkeit $c$ auf der Bahn fortbewegt, und der Wind wehe mit der Geschwindigkeit $v$ ihr entgegen, jedoch nicht *gerade* entgegen, sondern in einer Richtung, die mit der Eisenbahn den Winkel $\alpha$ macht: so entsteht aus den beiden Geschwindigkeiten $c$ und $v$ eine mittlere oder zusammengesetzte Geschwindigkeit $x$, deren Richtung und Gröfse die Diagonale eines Parallelogramms vorstellt, dessen Seiten $c$ und $v$ den Winkel $\alpha$ einschliefsen. Bezeichnet man nun den Winkel, welchen die *innerhalb* des Winkels $\alpha$ liegende Diagonal des Parallelogramms mit der Seite $c$ macht, durch $\varphi$, so ist, wie leicht zu sehen,

$$1. \quad \sin\varphi = \frac{v}{x}\sin\alpha \qquad \text{und} \qquad \cos\varphi = \frac{c + v\cos\alpha}{x}.$$

Nun setzt die Fläche $a$, welche mit der mittlern Geschwindigkeit $x$ einen Winkel $\beta+\varphi$ macht, derselben eine Projection, perpendicular auf ihr, von der Gröfse $a\sin(\beta+\varphi)$ entgegen. Der Stofs auf diese Projection ist nach bekannten dynamischen Gesetzen (man sehe die vorhin angegebene Stelle in der Uebersetzung der Theorie der Dampfwagen von *Pambour*)

$$2. \quad = a\frac{\lambda x^2}{3g}\sin(\beta+\varphi),$$

deckten Wagen an, deren jeder 12 Fufs lang und 7 Fufs im Kasten hoch sein mag, und, wie oben, 30 Fufs Geschwindigkeit des Windes und $26\frac{2}{3}$ Fufs Geschwindigkeit der Wagen, wovon sieben Zehntheile $18\frac{2}{3}$ Fufs ausmachen, so beträgt der Widerstand des Windes auf einen Quadratfufs Fläche $\frac{(18\frac{2}{3}+15)\,30}{569}$ oder etwa $1\frac{3}{4}$ Pfund, und es erfahren also die 15 Wagen an ihren Seitenflächen, welche zusammen 15 mal 84 oder 1260 Quadratfufs enthalten, einen Widerstand von 1260 mal $1\frac{3}{4}$ Pfund, thut 2205

---

wo $\lambda$ das Gewicht eines Cubikfufses Luft und $g$ die Höhe des freien Falles in der ersten Secunde bedeutet. In Preufsischem Maafs und Gewicht ist $x=0{,}08242$ Pfund, $g=15{,}625$ Fufs und $\frac{x}{3g}$ ist $=0{,}0017583$, wofür hier oben der Bruch $\frac{1}{569}$ gesetzt ist. Dafs in dem Ausdruck (2.) ein Nenner $3g$ statt $2g$, wie es nach den reinen dynamischen Gesetzen sein müfste, steht, kommt daher, dafs zufolge *Versuchen* der Stofs der Luft um so viel geringer ist, als der gröfsere Nenner ausdrückt. Bezeichnet man also nun der Kürze wegen

$$3.\quad \frac{\lambda}{3g}=0{,}0017583=\frac{1}{569}\quad\text{durch } k,$$

so ist der Widerstand, welchen die mit der Geschwindigkeit $c$ gegen den mit der Geschwindigkeit $v$ wehenden Wind fortbewegte Fläche in der Richtung der mittleren Geschwindigkeit $x$ findet, und welcher durch $W$ bezeichnet werden mag,

$$4.\quad W=akx^2\sin(\beta+\varphi).$$

Dieses giebt einen Widerstand *in der Richtung der Eisenbahn*, welcher $w$ heifsen mag, von

$$5.\quad w=W\cos\varphi=akx^2\sin(\beta+\varphi)\cos\varphi=akx^2\cos\varphi(\sin\beta\cos\varphi+\cos\beta\sin\varphi),$$

und einen Druck *perpendiculair auf die Eisenbahn*, der $s$ heifsen mag, von

$$6.\quad s=W\sin\varphi=akx^2\sin(\beta+\varphi)\sin\varphi=akx^2\sin\varphi(\sin\beta\cos\varphi+\cos\beta\sin\varphi).$$

Setzt man in diese Ausdrücke die obigen Werthe von $\sin\varphi$ und $\cos\varphi$ (1.), so findet sich

$$7.\quad w=akx^2\,\frac{c+v\cos\alpha}{x}\left(\sin\beta.\frac{c+v\cos\alpha}{x}+\cos\beta.\frac{v}{x}\sin\alpha\right)$$
$$=ak(c+v\cos\alpha)(c\sin\beta+v\sin(\alpha+\beta))\quad\text{und}$$
$$8.\quad s=akx^2\,\frac{v}{x}\sin\alpha\left(\sin\beta.\frac{c+v\cos\alpha}{x}+\cos\beta.\frac{v}{x}\sin\alpha\right)$$
$$=akv\sin\alpha(c\sin\beta+v\sin(\alpha+\beta)).$$

Diese Ausdrücke finden auf die in der Richtung der Bahn selbst liegende *Seitenflächen* der Wagen Anwendung, wenn man darin $\beta=0$ setzt; denn die Seitenflächen machen mit der Richtung der Eisenbahn den Winkel $\beta=0$; desgleichen auf die *Stirnflächen* der Wagen, wenn man $\beta=\varrho$ (gleich einem rechten Winkel) setzt; denn die Stirnflächen stehen auf der Bahn perpendiculair. Es findet sich also

$$9.\quad w=akv\sin\alpha(c+v\cos\alpha)\quad\text{und}$$
$$10.\quad s=akv^2\sin\alpha^2$$

für den Widerstand $w$, den die *Seitenflächen* der Wagen durch die Luft und den Wind in der *Richtung der Bahn* finden und für die Kraft $s$, mit welcher der Wind

Pfund; wozu noch der Stofs auf die Stirn, wenigstens des vordern Wagens kommt, so dafs also der Widerstand des Windes etwa 20 Ctr. und folglich mehr denn *doppelt* so viel beträgt, als Kraft zum Fortziehen der Wagen auf horizontaler Bahn nöthig ist, und dafs es also eben so ist, als wenn der Wagenzug in ruhiger Luft auf einen Abhang von 1 auf $\frac{1500}{20}$ oder von 1 auf 75 hinaufgezogen werden müfste. Da bis zu diesem Maafs die gewöhnlichen Maschinen ihre Kraft kaum verstärken können, so wird

---

die Wagen seitwärts *auf die Schienen andrückt.* Desgleichen findet sich

11. $w = ak(c+v\cos\alpha)^2$ und

12. $s = akv\sin\alpha(c+v\cos\alpha)$ (wie (9.))

für den Widerstand $w$ und die Kraft $s$, die sich auf die *Stirnflächen* der Wagen bezieht.

Will man nun wissen, unter welchem Winkel $\alpha$ der Wind auf Eisenbahnen wehen mufs, wenn der Widerstand $w$ und die Kraft $s$ ein *Maximum* oder auch ein *Minimum* sein soll, so mufs man bekanntlich die Ausdrücke von $w$ (9. und 11.) und von $s$ (10. und 12.) nach $\alpha$ differentiiren, die Differentiale gleich Null setzen und die daraus folgenden Werthe von $\alpha$ nehmen. Dieses giebt

13. Für (9.) $akv[\cos\alpha(c+v\cos\alpha)-v\sin\alpha^2] = 0$,

14. Für (10.) $2akv^2\sin\alpha\cos\alpha = 0$,

15. Für (11.) $-2ak(c+v\cos\alpha)\sin\alpha = 0$,

16. Für (12.) $akv[\cos\alpha(c+v\cos\alpha)-v\sin\alpha^2]$, wie (13.).

Aus (13. und 16.) folgt, *gleichmäfsig,*

$$c\cos\alpha+v(\cos\alpha^2-\sin\alpha^2) = c\cos\alpha+2v\cos\alpha^2-v = 0, \text{ oder}$$

$$\cos\alpha^2+\frac{c}{2v}\cos\alpha-\tfrac{1}{2} = 0, \text{ also}$$

$$\cos\alpha = -\frac{c}{4v}\pm\sqrt{\left(\frac{c^2}{16v^2}+\tfrac{1}{2}\right)} \text{ oder}$$

17. $$\cos\alpha = \frac{\sqrt{(c^2+8v^2)}-c}{4v};$$

und unter diesem Winkel ist *gleichmäfsig* der Widerstand der Luft und des Windes, welchen die *Seitenflächen* der Wagen in der Richtung der Bahn finden, nebst dem Seitendruck auf die Schienen, der von der Wirkung des Windes und der Luft auf die *Stirnflächen* der Wagen herrührt, ein *Maximum.*

Aus (14.) folgt

18. $2\sin\alpha\cos\alpha = 0$,

also entweder

19. $\sin\alpha = 0$ und folglich $\alpha = 0$,

welches offenbar dem *Minimo* entspricht, weil die *Seitenflächen* der Wagen dann, wenn $\alpha = 0$ ist oder der Wind in der Richtung der Bahn selbst weht, augenscheinlich den *kleinsten* Widerstand, nemlich den Widerstand *Null* finden: oder aber

20. $\cos\alpha = 0$ und folglich $\alpha = \varrho$,

welches das *Maximum* giebt, weil die *Seitenflächen* der Wagen offenbar *dann* am stärksten an die Schienen gedrückt werden, wenn der Wind senkrecht darauf steht.

durch den Wind die Bewegung der Wagen unvermeidlich verzögert werden; und das noch um so mehr, da der von der Seite kommende Wind auch noch die Räder der Wagen mit ihren Spurkränzen an die Schienen andrückt und die Reibung an denselben vergröfsert; was ebenfalls die Bewegung verzögert. Es ist also sogar nicht unmöglich, dafs ein *sehr* starker Sturm, wenn die Maschine schwach ist, den Wagenzug, zumal wenn er gerade einen *Abhang ersteigen soll*, ganz zum Stillstand bringt.

Indessen macht diejenige Vermehrung des Widerstandes, die aus der *Bedeckung der Wagen* entsteht, worauf es hier ankommt, doch im-

---

Aus (15.) folgt entweder

$$21. \quad \sin\alpha = 0 \quad \text{oder} \quad \alpha = 0,$$

welches dem *Maximo* entspricht, weil die *Stirnflächen* der Wagen offenbar dann den gröfsten Widerstand finden, wenn der Wind in der Richtung der Bahn weht: oder

$$22. \quad c + v\cos\alpha = 0, \quad \text{also} \quad \cos\alpha = -\frac{c}{v};$$

welches das *Minimum* für die Stirnflächen der Wagen giebt.

Aus dem Ausdrucke (17.) für den Widerstand der Luft und des Windes gegen die *Seitenflächen* der Wagen, auf welchen es hier im Text insbesondere ankommt, folgt nun weiter, z. B. für $v = c$,

$$23. \quad \cos\alpha = \frac{\sqrt{(c^2+8c^2)}-c}{4c} = \frac{\sqrt{9}-1}{4} = \tfrac{1}{2}, \quad \text{also} \quad \alpha = \tfrac{2}{3}\varrho.$$

Also ist in dem Falle, wenn der Wind *eben so schnell* weht, als die Wagen auf der Bahn sich fortbewegen, der Widerstand, welchen die Seitenflächen finden, dann am stärksten, wenn die Richtung des Windes mit der Richtung der Bahn einen Winkel von 60 Graden macht.

Für $v = 0$, oder in ruhiger Luft, ergiebt sich unmittelbar aus (9.), ohne Rücksicht auf $\alpha$, welches hier in der That nicht mehr in Betracht kommt,

$$24. \quad w = 0,$$

und in der That erfahren die *Seitenflächen* der Wagen in ruhiger Luft *gar keinen* Widerstand in der Richtung der Bahn.

Für $v = \infty$, oder in dem Fall, wenn die Geschwindigkeit des Windes gegen die Geschwindigkeit $c$ der Wagen *sehr* grofs ist, giebt (17.)

$$25. \quad \cos\alpha = \frac{\sqrt{(8v^2)}}{4v} = \frac{\sqrt{8}}{4} = \sqrt{\tfrac{1}{2}}, \quad \text{also} \quad \alpha = \tfrac{1}{2}\varrho.$$

Also, wenn die Geschwindigkeit des Windes gegen die der Wagen *sehr* stark ist, erfahren die Seitenflächen der Wagen *dann* den gröfsten Widerstand, wenn die Richtung eines solchen Sturmes mit der Bahn einen Winkel von 45 Graden macht.

Dieser Fall ist oben im Text angenommen worden. Setzt man nun in (9.) $\alpha = \frac{1}{2}\varrho$, so ist, eben wie $\cos\alpha$, auch $\sin\alpha = \sqrt{\frac{1}{2}}$, und es ergiebt sich

$$26. \quad w = akv(c\sqrt{\tfrac{1}{2}} + v.\tfrac{1}{2}) = akv(0{,}7071068\,c + \tfrac{1}{2}v);$$

und das giebt die im Text bezeichnete Rechnungsregel für den Widerstand der Luft und des Windes gegen die *Seitenflächen* der Wagen.

mer nur *einen Theil* der oben berechneten 20 Ctr. aus. Die Höhe, und folglich die Fläche *bedeckter* Wagen ist nemlich höchstens nur um *die Hälfte* gröfser, als die unbedeckter Wagen, und also reduciren sich die obigen 20 Ctr. auf den *dritten Theil,* oder auf etwa $6\frac{2}{3}$ Ctr., und es ist also, wenn sonst die Maschine die *unbedeckten* Wagen fortzuschaffen vermag, gerade noch nicht zu besorgen, dafs die *Bedeckung* der Wagen allzu nachtheilig auf die Fortbewegung wirken werde. Und dann ist auch nicht zu vergessen, dafs der mehrere Druck des Windes auf *bedeckte* Wagen, wenn sie ihm *entgegengeführt* werden, auch wiederum auf der *Rückfahrt* der Bewegung zu *Hülfe* kommt und sie um eben so viel *erleichtert.* In dem Widerstande des Windes ist also kein zureichender Grund gegen die sonst so zweckmäfsige und der Feuersgefahr wegen *nothwendige* Bedeckung der Wagen zu finden. Sie sollte daher nicht unterbleiben. Weiter unten werden wir eines andern Vervollkommnungsmittels für Eisenbahnen gedenken, durch welches zugleich auch die Nachtheile der *Entgegenwirkung des Windes* gegen die Wagenzüge bedeutend vermindert werden dürften.

7. Ein anderes Mittel zur Verminderung der Gefahr des Brandes von Wagen und der Rettung der Personen dürfte eine Einrichtung an jedem Wagen sein, welche die Führer in Stand setzt, von der Decke herab jeden Wagen von den vorauffahrenden im vollen Lauf schnell abzulösen, so dafs der etwa in Gefahr gerathene Wagen, nebst denen, die ihm folgen, zumal wenn Wagen *hinter ihm* noch *gehemmt* werden können, schnell zum Stillstand gebracht werden kann. Dieses Mittel dürfte leicht sein, wenn man die Wagen, wie weiter oben vorgeschlagen, nicht sowohl durch Ketten, die in Haken greifen, sondern durch Federn von der Form $<$, die von einem Gebifs erfafst werden, aneinanderhängt. Es dürfen nemlich die Eisen von der Form $<$ nur in das Gebifs blofs *eingelegt* werden, tief genug, dafs sie nicht etwa hinausge*schüttelt* werden können. Vermittelst eines Hebels, am Gebifs angebracht, und eines Zuges nach oben, nach dem Führer hin, werden dann die Eisen, sobald es nothwendig ist, von dem Führer aus dem Gebifs herausgerissen werden können; wodurch der in Gefahr gekommene Wagen von den vorauflaufenden abgelöset wird.

8. Gegen die schreckliche Gefahr, dafs, wie auf der Versailler Bahn, die Personenwagen auf den Dampfwagen rennen, im Fall dieser plötzlich zerbricht, dürfte immer das sicherste Mittel sein, dem Dampfwagen erst Güterwagen und dann erst die Personenwagen folgen zu las-

sen; was diese letztere zugleich auch noch mehr von dem Funkensprühen des Dampfwagens entfernt. Werden aber auf einer Eisenbahn keine Güter, oder doch nur wenige transportirt, wie es wohl, besonders auf nur kurzen Eisenbahnstrecken, der Fall ist, so würde es nöthig sein, dem Dampfwagen und seinem Kohlen- und Wasserwagen noch erst zunächst, ehe die Personenwagen angehängt werden, einen Wagen folgen zu lassen, der theils mit Erde oder Sand, theils mit Wasser und Kohlen oder Holz, so wie mit andern, zum Feuerlöschen dienlichen Dingen, wie z. B. grofsen Decken, selbst auch einigen Handspritzen, desgleichen mit einzelnen Theilen der Wagen und der Eisenbahn selbst, die sich füglich auch allenfalls sogleich unterweges statt zerbrochener oder schadhaft gewordener Theile anbringen lassen, beladen ist. Das Wasser und die Kohlen können auch möglicherweise für den Dampfwagen und dessen Fortkommen nützlich sein, wenn etwa der eigentliche Munitionswagen zu früh erschöpft oder schadhaft werden sollte. Hinter diesen Sicherheitswagen würden dann, wenn die Eisenbahn Güter transportirt, erst noch ein oder ein Paar Güterwagen kommen, und zwar entweder bedeckte Güterwagen, oder auch offene, von denen, die mit unentzündlichen Dingen beladen sind.

Gegen das Vorauflaufen von Güterwagen vor den Personenwagen könnte man einwenden zu müssen glauben, dafs die Güterwagen *mehr* in Gefahr wären, Räder und Achsen zu zerbrechen, als die Personenwagen, weil sie *schwerer* wären; woraus denn gerade gefährliche plötzliche Hemmungen der Personenwagen entstehen könnten: allein dieses Bedenken ist leicht zu heben. Die Güterwagen nemlich dürfen nur in der Regel nicht so grofs sein, und nicht so schwer beladen werden, dafs sie mehr wiegen, als beladene Personenwagen. Sind ausnahmsweise *sehr* schwere Dinge zu transportiren, die nicht *getheilt* werden *können*, so müssen für diese freilich stärkere Transportwagen vorhanden sein; diese Wagen aber dürfen dann nur hinten angehängt werden. *Sehr* schwere Gegenstände werden indessen auch wohl nur selten vorkommen, und vielleicht nie von einem Gewicht, dafs der sie transportirende Wagen, beladen, mehr wiegt, als der *Dampfwagen*, oder auch nur mehr, als ein voll besetzter Personenwagen; denn z. B. das schwerste Geschützstück wiegt doch nicht über 50 bis 60 Ctr.; auch die schwersten Holzmassen, oder die schwersten Maschinenstücke, wie z. B. Dampfkessel, Gebläsecylinder u. s. w. wiegen nicht leicht mehr: so dafs der schwerste beladene Güterwagen nicht leicht über 100 Ctr. wie-

gen *darf;* und fast eben so viel wiegt auch ein Personenwagen, der mit 30 Personen besetzt ist. Alle Güter, welche *getheilt* werden können, *müssen* auf *mehrere* Wagen geladen werden; die dann auch wieder, an sich selbst, verhältnifsmäfsig leichter sein können.

9. Eine selbst noch weit gröfsere und dringendere Gefahr der Entzündung, als von *aufsen* her, kann aber für die Personenwagen aus dem *Innern* der Wagen und durch die Unvorsichtigkeit der Passagiere *selbst* entstehen: besonders durch die so allgemeine Gewohnheit des Tabakrauchens; und zwar nicht sowohl aus der glühenden Tabaks-Asche, die in der Regel nicht leicht Etwas anzündet, als aus abfliegenden, noch brennenden Cigarrenblättern, und noch mehr aus etwa weggeworfenem, oder den Händen entfallendem brennendem Zündschwamm. Diese Gefahr ist in der That fürchterlich, und es ist wahrhaft zu verwundern, dafs daraus nicht schon mehr Unfälle entstanden sind. Der Verfasser Dieses kennt jene Gefahr aus eigner Erfahrung, in ihrer ganzen Gröfse. Auf einer seiner Fahrten zwischen Berlin und Potsdam nemlich, auf der *Chausseé,* an einem heifsen, dürren, aber stürmischen Sommertage, war vom Sturme unbemerkt ein brennendes Cigarrenblatt abgerissen und in das leichte Tuch einer der im Wagen sitzenden Frauen geworfen worden. Plötzlich sah man das Tuch und das Kleid der Frau *in lichter Flamme* brennen. Vergeblich suchte man augenblicklich die Flamme zu erdrücken; auch *hielt der Wagen auf der Stelle:* allein es war unmöglich, das Feuer *im Wagen* zu dämpfen; der Sturm fachte es mit jedem Augenblicke stärker an. Es blieb den Personen nichts übrig, als schnell aus dem Wagen zu springen: aber ehe die Wagenthüren geöffnet werden konnten, hatte die Flamme auch schon die Kleider der andern Personen ergriffen und war so stark, dafs die brennenden Kleider nur *dadurch* gelöscht werden konnten, dafs die Personen sich auf den Staub der Chaussée zur Erde warfen und schnell noch mehr Staub zusammengerafft und auf die Kleider geworfen wurde. So ging glücklicherweise der Unfall ohne Verletzung der Personen selbst vorüber und hatte nur eine Beschädigung der Kleider zur Folge. Das ganze Ereignifs dauerte kaum *zwei Minuten.* Was wäre nun aber wohl die Folge gewesen, wenn das Gleiche in einem Eisenbahnwagen geschah: zumal in einem *offenen* Wagen, wo man nicht die Wirkung des *Sturms* durch Verschliefsen der Fenster hemmen konnte?! Hinausspringen konnten da die Personen nicht, ohne dem fast gewissen Tode entgegen zu gehen: und ehe

der Zug hätte anhalten können, wäre gewifs alles in lichten Flammen gewesen und die Personen wären elendiglich verbrannt!

Um nun diese entsetzliche, so leicht jeden Augenblick mögliche und stets über den Eisenbahnpassagieren schwebende Gefahr abzuwenden, gäbe es nun freilich das ganz einfache, natürliche und die Gefahr *vollständig* abwendende Mittel, das *Tabakrauchen* auf Eisenbahnen durchaus *nicht zu gestatten:* aber das ist vielleicht, leider! nicht ausführbar; denn man setzt sich ja in so manchen Dingen lieber der Todesgefahr aus, ehe man eine zu einer Art von Bedürfnifs gewordene Gewohnheit aufgiebt —. Jetzt gestattet man das Tabakrauchen gewöhnlich auf den *wohlfeilern* Eisenbahn-Fahrplätzen, aber auf den *theuersten* Wagenplätzen nicht; und zwar letzteres unter dem Vorwande, dafs der Rauch Denen, die nicht daran gewöhnt sind, *unangenehm* sein könnte. Aber das kann wohl der Grund nicht sein. Denn in *freier Luft* wird ja sonst der Tabaksrauch nicht für unangenehm erachtet. In öffentlichen Gärten, selbst in Gartensälen, auf Schiffen u. s. w. wird er geduldet, wenn auch die vornehmsten und delicatesten Personen zugegen sind. Wenige finden sich bewogen, des Tabaksrauchs wegen solche Orte zu meiden. Nicht die *Unannehmlichkeit* des Rauchs ist also der Grund, warum das Tabakrauchen auf Eisenbahnen nicht gestattet sein sollte, sondern die *Feuersgefahr* ist es; und diese Gefahr ist *sehr* grofs. Gerade noch strenger, als aus den Wagen erster Classe, sollte man also auch das Tabakrauchen aus den Wagen der folgenden Classen und besonders aus den *offenen* Wagen verbannen; denn hier ist die Gefahr *noch* gröfser: aus dem doppelten Grunde, weil die Wagen erster Classe in der Regel für den Nothfall noch durch die Fenster verschlossen werden können, um wenigstens den Wind abzuhalten, dafs er das Feuer anfache, und dann, weil von den Personen in der ersten Wagenclasse füglich gröfsere *Vorsicht* vorauszusetzen ist. Man verbietet und verhindert ja das Tabakrauchen in der Nähe brennbarer Gegenstände, in Gebäuden und Magazinen, welche leicht entzündliche Dinge enthalten, und in ihrer Umgebung; man verbietet und verhindert es selbst auf den Strafsen und in den Parks, wo warlich die *Gefahr* nur gering und weit entfernt ist, unmittelbar Menschenleben zu bedrohen, wie auf den Eisenbahnen: warum sollte es denn unbillig und unmöglich sein, aus den Eisenbahnwagen das Tabakrauchen, zum eignen Vortheil der Passagiere, zu verbannen und diese zu bewegen, wenigstens für die *kurze* Zeit der

Fahrt, sich von dem gewohnten Rauche zu trennen: hier, wo durch denselben in jedem Augenblick ihr *Leben* in Gefahr schwebt?

Sollte indessen die Verbannung der Quelle der Gefahr wirklich unausführbar sein, so müssen freilich Mittel ersonnen werden, um den Folgen wenigstens nach Möglichkeit vorzubeugen.

Eines dieser Mittel dürfte folgendes sein. Man bringe auf der Decke jedes bedeckten Wagens, dicht an dem Sitze des Führers, eine Glocke an; nicht zu klein, sondern von 4 bis 6 Zoll im Durchmesser; und dann nach jedem Coupé im Wagen hin eine Schnur oder einen Draht, durch welchen die Glocke angezogen werden kann, sobald dem Innern des Wagens Feuersgefahr droht, damit dann der Führer den Wagenzug so schnell als möglich halten lassen, oder aber, vermittelst der oben beschriebenen Einrichtung, den Wagen von dem Zuge ablösen könne, und ihn dann zugleich hemmen möge, damit äufserstenfalls die Passagiere wenigstens noch ohne Lebensgefahr den Wagen verlassen können. Dafs die Glocke vor dem Gerassel der Wagen nicht *hörbar* sein werde, ist nicht zu besorgen; denn, dem *Führer nahe,* ist ihr Ton gewifs stark genug, um von ihm vernommen zu werden; und scharf genug werden die Gefahrbedrohten die Glocke schon anziehen. Auch *sieht* ja der Führer die heftige Bewegung der Glocke, wenn er sie auch nicht *hören* sollte; selbst im Finstern, wenn die Glocke zugleich nahe bei einer Laterne aufgehängt ist.

Ein anderes Mittel wäre, dafs man in jedem Wagen, oder vielmehr in jedem Fach desselben, etwa unter einem der Sitze, ein festes, mit einem gut schliefsenden, aber *nicht verschlossenen* Deckel bedecktes Gefäfs, etwa einen Cubikfufs grofs, ganz mit *Wasser* gefüllt und mit einem kleinen Gefäfs darin zum Schöpfen des Wassers, anbrächte, damit die Passagiere wenigstens einige Mittel zum Löschen eines entstandenen Feuers sogleich selbst unmittelbar zur Hand haben mögen. Ein oder ein Paar solcher Gefäfse voll Wasser würden ganz besonders für die *offenen* Wagen nützlich und nöthig sein.

Die beiden Mittel sind wenig kostbar, und es ist nicht wohl zu sehen, was ihrer Ausführung und Benutzung entgegen sein sollte.

*Drittens. Es können die Fuhrwerke auf Eisenbahnen durch heftige Stöfse, wenn die Bahn nicht in gutem Stande ist, aus den Schienen springen und dadurch umgeworfen oder zerbrochen werden; woraus ebenfalls wieder Gefahren für die Passagiere entstehen.*

10. Ein natürliches und leichtes Mittel, dieser Gefahr vorzubeugen und sie, wenn auch nicht ganz wegzuschaffen, so doch sehr zu vermindern, wäre offenbar, die Spurkränze der Räder *höher* zu machen, als jetzt gewöhnlich. Sie treten jetzt in der Regel nur 1 bis höchstens 1½ Zoll unter die Fläche der Radfelgen vor, die auf den Schienen rollen; es bedarf also nur einer Erhebung oder eines Sprunges der Räder von 1½ Zoll hoch, verbunden mit einem Triebe nach der Seite, wie er häufig vorkommt, z. B. in allen *Krümmungen* der Bahn, oder auch bei starken Stürmen, um die Wagen aus den Schienen zu werfen; selbst schon, wenn auch nicht gerade Ursachen dazu, die sich verhindern lassen, wie Mangel an Vorsorge oder Aufmerksamkeit, Schadhaftigkeit der Bahn, oder unrichtiges Einlenken bei den Ausweichungen, Statt finden. Es ist in der That zu verwundern, dafs der Unfall, schon blofs aus den *nicht* vermeidbaren Anlässen, ohne dafs sonst Fahrlässigkeit Statt fände, nicht schon öfter vorkam. Nun ist aber kein wesentliches Hindernifs vorhanden, die Spurkränze, statt wie jetzt 1 bis 1½ Zoll, vielmehr 2, 2½ bis 3 Zoll nach unten vor die Fläche der Radfelgen vortreten zu lassen. Dafs so die Räder der Wagen etwas mehr *kosten* würden, kann und darf kein Grund sein, den Gewinn der dadurch zu erlangenden *bedeutenden* Vermehrung der Sicherheit gegen Gefahren aufzugeben. Auch ist nicht etwa zu fürchten, dafs die Räder mit höheren Spurkränzen sich stärker an die Schienen *reiben* und also die Fahrt erschweren werden; denn, so breit auch der Spurkranz sein mag, so kann er doch die Schiene immer nur in *einem Puncte* berühren. Streifte er aber auch selbst wirklich in seiner ganzen Breite daran an, so wäre deshalb die Reibung doch noch nicht gröfser; denn der Widerstand der Reibung richtet sich bekanntlich überall nicht nach der *Gröfse* der geriebenen Fläche, sondern immer nur nach dem *Druck;* und dieser wird durch die höheren Spurkränze nicht stärker. *Ein* Umstand scheint zwar vielleicht der Erhöhung der Spurkränze entgegen zu stehen, nemlich der Umstand, dafs, wenn man nicht etwa auch die *Schienen* selbst höher macht, was allerdings *sehr* kostbar sein würde, der gröfsere Spurkranz unten auf die *Schienenstühle* aufstofsen würde: allein dieses Hindernifs ist nur mehr scheinbar und läfst sich, ohne neue Kosten, recht gut heben. Es dürfen nemlich nur die *Wangen* der Schienenstühle an der *innern,* nach der Mitte der Bahn hin gekehrten Seite, etwas ausgespart werden. Auf der zu den „Technischen Nachrichten von der Eisenbahn zwischen

Berlin und Potsdam" im 3ten Heft 15ten Bandes dieses Journals gehörigen ersten Figurentafel findet man Fig. 1. einen Schienenstuhl, mit der darin liegenden Schiene, ganz so, wie sie auf der Potsdamer Bahn gemacht worden sind und sich dort bewährt haben, in der halben wirklichen Gröfse im Querschnitt abgebildet. Man stelle sich nun vor, es liefe, wenn die Seite *rechts* die der Bahn zugekehrte *innere* Seite wäre, die *Wange* des Schienenstuhls nicht, wie es dort gezeichnet ist, schräg in gerader Linie hinauf, sondern wäre an der Stelle, wo der Buchstabe *D* steht, nach innen, der Schiene zugekehrt, im Bogen ausgespart: so ist leicht zu sehen, dafs der Schienenstuhl dann fast bis auf die Oberfläche seiner *Sohle* hin, welche $4\frac{3}{4}$ Zoll tief unter der Oberfläche der Schiene liegt, auf welcher die Räder rollen, dem Spurkranz Raum geben und ihm durchaus nicht in den Weg kommen würde, indem der Spurkranz mit seiner, der Schiene zugekehrten Seite keinesweges *senkrecht* hinuntergehen darf und mufs, sondern vielmehr *schräg,* mit einer flachen Biegung. Der Spurkranz würde also in der That nicht blofs 3 Zoll, sondern, wenn man wollte, sogar *noch höher* sein können, bis beinahe 4 Zoll hoch; und dadurch würde dann die Sicherheit *sehr bedeutend* gewinnen. Zwar scheint wieder die *Aussparung* der innern Wange der Schienenstühle bedenklich zu sein, weil dadurch allerdings die Stühle geschwächt werden; auch wäre das Bedenken völlig gegründet, wenn man die Wange an der *auswendigen* Seite der Stühle schwächen wollte: an der innern Seite hat indessen die Aussparung nicht das geringste Bedenken, da der Seitendruck der Räder auf die Schienen *niemals* die Richtung von aufsen nach innen, sondern *immer* die Richtung von innen nach aufsen hat, so dafs eigentlich die jetzige *Gleichheit* der Stärke der Schienenstühle an der innern und an der äufsern Seite *unnütz* ist. Die jetzige *gleiche* Gestaltung der Schienenstühle nach innen und nach aufsen hat blofs *den* Nutzen, dafs man die Stühle nach Belieben *umkehren* kann; was aber nicht wesentlich nothwendig ist. Es steht also der Erhöhung der Spurkränze der Räder auf Eisenbahnen, bis zu wenigstens 3 Zoll, in der That nichts Wesentliches entgegen, und es ist daher zu diesem so leichten Mittel, eine bedeutend gröfsere Sicherheit der Fahrt zu erzielen, sehr zu rathen.

11. Da die Gefahr, dafs die Räder aus den Schienen springen, selbst dann, wenn die Bahn in bestem Stande ist, und auch sonst nicht geradezu eine Unachtsamkeit Statt findet, blofs aus der *Anordnung* der

Bahn, so wie aus ihrem gewöhnlichen *Gebrauch* entstehen kann, so ist auch dabei schon für die Abwendung jenes Unfalles zu sorgen.

Am gröfsten ist die Gefahr in den *Krümmen* der Bahn. Es werden hier *unvermeidlich,* blofs durch die *Schwungkraft,* die Räder der Wagen, bei starker Geschwindigkeit und in Krümmen von nicht sehr grofsem Halbmesser, mit einer *sehr* bedeutenden Gewalt seitwärts gegen die Schienen *nach aufsen* gedrängt. Die Gewalt nimmt in dem Verhältnifs des Gewichts der bewegten Masse und des *Quadrats* der Geschwindigkeit, so wie im umgekehrten Verhältnifs des Halbmessers der Krümmung zu, also, so wie das Gewicht und die Geschwindigkeit *gröfser* und der Halbmesser der Krümme *kleiner* wird, in *vierfachem* Verhältnifs. Wie aus den Erörterungen in dem Aufsatze „Ueber die Ausführbarkeit von Eisenbahnen in *bergigen* Gegenden" im gegenwärtigen Journal Band 13. Heft 3. Seite 229 und 230 zu sehen ist, beträgt die Gewalt, mit welcher z. B. ein Wagen, der sich $26\frac{2}{3}$ Fufs in der Secunde oder 4 Meilen in der Stunde in einer Krümme von 25 Ruthen Halbmesser fortbewegt, nicht weniger als den $\frac{1}{5}\frac{0}{9}$sten Theil des *Gewichts* des *Wagens,* also, wenn der Wagen 100 Ctr. wiegt, beinahe 17 Ctr.; bei einer Geschwindigkeit von 9 Meilen in der Stunde würde sie sogar der $\frac{1}{2}\frac{0}{3}$ste Theil des Gewichts des Wagens sein und also 40 Ctr. betragen. Dazu kommt noch der Druck des Windes, der, wenn der Wind gerade in der Richtung der Schwungkraft weht, ebenfalls *sehr* bedeutend sein kann. Auch wird die Gefahr noch weiter dadurch vergröfsert, dafs die Wagen auf Eisenbahnen in der Regel nicht *wenden,* sondern nur geradeaus laufen und folglich auch durch diesen Umstand *noch mehr* Neigung bekommen, aus den Schienen zu springen.

Die Mittel zur Abwendung der Gefahr würden folgende sein.

*Erstlich* versäume man nicht, die Halbmesser der Krümmen nach Möglichkeit angemessen grofs zu machen. *Allzu grofse* Halbmesser haben freilich ebenfalls wieder Nachtheile; denn die Krümmen werden dann auch *sehr lang,* und da die Räder *immer* und unvermeidlich, so grofs auch der Halbmesser sein mag, gegen die Schienen gedrängt werden und sich daran reiben müssen, so entsteht aus den sehr langen Krümmen eine zu bedeutende *Verzögerung* der Fahrt, und es ist eine zu grofse und anhaltende Anstrengung der Maschine nöthig. Eine nicht sehr lange Krümme wird noch, wenn gleich der Widerstand der Reibung gröfser ist, leichter

von der Geschwindigkeit, den der Wagenzug am Anfang der Krümme hatte, durchlaufen, als eine sehr lange Krümme. Wahrscheinlich dürfte ein Halbmesser von 500 Ruthen so ziemlich das *Maximum* sein, welches rathsam ist Ein *Minimum* für den Halbmesser läfst sich nicht gut fest bezeichnen, da es Fälle geben kann, wo die Halbmesser der Krümmen, unvermeidlicher Terrainhindernisse wegen, nothwendig kleiner sein *müssen*. Zwar setzt jetzt der Umstand, dafs die Wagen *nur geradeaus laufen* können, der Biegung der Bahn eine Grenze, und es möchte jetzt wohl nicht gut möglich sein, mit solchen Wagen eine Krümme, die weniger als 25 Ruthen Halbmesser hat, ohne dringende Gefahr und ohne allzu grofse, das Vermögen der Maschine übersteigende Kraft, zu befahren. Allein die Wagen lassen sich auf eine leichte und wenig kostbare Weise so einrichten, dafs sie *nicht mehr blofs* geradeaus laufen, sondern auch *wenden* können. Man findet dieses Mittel in der obengedachten Abhandlung, im 3ten Heft 13ten Bandes dieses Journals S. 338 etc., ausführlich beschrieben und durch Zeichnungen erläutert. Von dieser Seite steht also den Krümmen von kleinerem Halbmesser eigentlich nichts entgegen. Gleichwohl ist es indessen immer besser, und rathsam, die Halbmesser der Krümmen bis zu der oben bezeichneten Grenze hin, *so grofs* zu machen, als es nach den örtlichen Umständen möglich ist. Sodann sollte

*Zweitens* eine Eisenbahn immer und unbedingt in den Krümmen ganz *horizontal* liegen; was auch wohl immer ausführbar sein wird. Die Horizontalität der Bahn in Krümmen ist nicht blofs deshalb nöthig, damit der Zug der Wagen nicht durch den Abhang beschleunigt und dadurch die Gefahr vergröfsert werde, sondern auch deshalb, weil der Abhang einer Krümme beim Bergauffahren gar zu viel Zugkraft erfordert, so dafs die gesammte nöthige Kraft hier leicht das Vermögen der Maschine übersteigen kann.

*Drittens.* Niemals sollte eine Krümme unmittelbar *am Fufse eines starken Abhanges* sein, weil sonst der Führer der Wagen zu wenig im Stande ist, die Geschwindigkeit der *hinunterfahrenden* Wagen für die Krümme zu ermäfsigen. Die Krümme sollte immer zwischen längere horizontale, oder doch nur sehr wenig abhängige Stellen hin verlegt werden. Ist eine Krümme unmittelbar am Fufse eines Abhanges *unvermeidlich,* so gebe man lieber der *geraden* Bahn, unmittelbar von der Krümme an, ein dem Abhange entgegengesetztes, angemessenes *Fallen,* z. B. von

1 auf 200, bis 1 auf 150, wenn auch nur auf eine kurze Strecke, damit die Geschwindigkeit, welche der Wagenzug beim Hinunterfahren von dem Abhange erlangt hat, durch die Gegensteigung ermäfsigt und gleichsam erst gebrochen werden möge, ehe der Wagenzug die Krümme erreicht. Nichts mäfsigt die zu grofse Geschwindigkeit eines Wagenzuges so wirksam, besser als alles Hemmen und so *vollkommen sicher,* als das *Steigen* der Bahn. Das dem Abhange entgegengesetzte Fallen der Bahn kommt dann übrigens auch wieder der Fahrt beim Berganſteigen, nemlich der Anstrengung der Maschine, die in der Krümme nöthig ist, höchst wirksam *zu Hülfe.*

*Viertens.* Die Krümmen sollten immer und unbedingt, eben wie andere gefährliche Stellen, z. B. die Ausweichungen, nur mit ermäfsigter Geschwindigkeit befahren werden; und zwar sollte nicht sowohl *innerhalb* einer Krümme *gehemmt* werden, wo es kaum nothwendig ist, sondern *vor* dem Eintritt in dieselbe. Geschieht es erst in der Krümme selbst, so wird die Gefahr dadurch nur noch vergröfsert, indem zu derjenigen, dafs die mit grofser Geschwindigkeit in die Krümme hineinrennenden Wagen über die Schienen springen können, noch durch die starke Verminderung der Geschwindigkeit die zweite Gefahr des Aufeinanderstofsens der Wagen kommt. Es ist eine sehr gute und nothwendige Anordnung, welche neuere Eisenbahnen schon ausgeführt haben, neben die Bahn Tafeln zu stellen, welche den Führern überall anzeigen, ob und wieviel die Bahn *steige* oder *falle,* wo eine *Krümme* anfange und aufhöre, und wie grofs ihr Halbmesser sei, damit sich der Maschinist danach richten könne. Hat ein Führer des Dampfwagens die Bahn schon länger befahren, so lernt er das alles freilich durch die Erfahrung: aber für neu angekommene Maschinisten, wenn sie auch sonst wohl geübt sind, ist die Anzeige ganz nothwendig; und auch für die anderen ist sie, um der Vergefslichkeit zuvorzukommen, gut und nützlich.

12. Die Gefahr, dafs die Wagen aus den Schienen springen, kann ferner, auf verschiedene Weise, auch aus der *Bauart* der Eisenbahn entstehen, ohne dafs die Erhaltung und Instandsetzung der Bahn gerade vernachläfsigt worden wäre.

*Erstlich.* Sind nemlich die Schienen auf längsaus laufende, auf Quer-Unterlagen gekämmte Hölzer befestigt, so kann möglicherweise durch einen sehr heftigen Druck oder Stofs nach der Seite das eine der Längs-

hölzer seitwärts gedrückt werden; worauf dann die Räder von dem andern Längsholz herunterfallen. Schon dieses Umstands wegen dürfte die Befestigung der Schienen auf *Längsschwellen* weniger gut und sicher sein, als die Befestigung derselben unmittelbar auf die Quer-Unterlagen. Der *Parallelismus* der Schienen ist zu wesentlich nothwendig, als dafs man nicht alles Mögliche thun sollte, sich seiner auf das vollkommenste zu versichern.

*Zweitens* können, wenn die Schienenstühle, oder gar die Schienen selbst, *ohne Stühle,* auf die Hölzer, von welchen sie getragen werden, nur mit *Nägeln* befestigt sind, die Nägel nachgeben; und es darf solches nur auf eine ganz kurze Strecke geschehen, so kann die eine der Schienen schon von der Seite gedrängt werden, und die Räder können aus den Schienen springen. Zwar sind Nägel, in welche Widerhaken gehauen sind, ungemein fest, und gewifs vollkommen hinreichend, die Schienen oder Schienenstühle an ihrem Orte festzuhalten: aber offenbar *nur dann,* wenn sie in ihrer ganzen Länge in *festem Holze* stecken. Hat aber ein Nagel zufällig eine vielleicht im Innern des Holzes befindliche, von aufsen nicht sichtbare, unfeste Stelle getroffen, so hat er nur eine sehr geringe und fast gar keine Festigkeit. Eben so ist es, wenn die Hölzer durch die Fäulnifs in der Erde nahe bis zu dem Zustande gekommen sind, dafs sie durch neue ersetzt werden müssen. Wird dann die Erneurung der Hölzer nur um etwas zu lange verschoben, so ist die Gefahr sehr grofs. Es ist mit den Nägeln, wie mit mancher anderen Construction im Bauwesen. Sie sind, so lange das Holz *neu,* und in so fern, als es ganz gesund und fest ist, vortrefflich: aber sie sind fast ohne alle Wirkung und Haltbarkeit, wenn das Holz durch die Fäulnifs schwach geworden ist, oder auch, wenn es von Anfang an nicht ganz gesund war. Eine Construction ist aber nur dann gut, wenn sie durch die Vergänglichkeit der Baustoffe nur so wenig als möglich von ihrer Haltbarkeit verliert; wenigstens dadurch nicht bis zur völligen Unwirksamkeit gelangt. In diesem Betracht dürfte es denn allemal besser sein, die Schienenstühle auf die Hölzer niemals durch *Nägel,* sondern so, wie es auf der Potsdamer Eisenbahn geschehen ist, immer durch kleine *Schraubenbolzen,* welche ganz durch die Hölzer *hindurch* gehen und unten einen Knopf haben, zu befestigen. Hier kann man immer sehen, ob der Knopf des Bolzens eine gesunde Stelle fafst; so wie auch, in dem Bohrloch, ob das Holz inwendig gesund sei. Die Gefahr, dafs der Bolzen eine zu schwache Stelle des Holzes treffe, ist

nicht vorhanden. Und auch in dem schon durch die Fäulnifs angegriffenen Holze hält der *durchgehende* Schraubenbolzen noch immer viel fester, als ein Nagel. Die Schraubenbolzen sind zwar allerdings theurer als Nägel: aber hier dürfte eine Ersparung, der Gefahr wegen, nicht statthaft sein.

*Drittens.* Bei jedem Zusammenstofs der gewöhnlich 15 F. langen *Schienen* hat eine Eisenbahn *schwache Stellen:* denn da in der Fuge des Zusammenstofses die Schiene selbst gar nichts mehr trägt und die Last nicht mehr auf die nächste Quer-Unterlage *vertheilt,* so mufs diejenige Quer-Unterlage, die unter dem *Stofse* der Schienen liegt, den Druck und Stofs der Wagen allein aushalten. Man sorgt nun zwar wohl dafür, dafs unter die Stöfse die stärksten und breitesten Hölzer gelegt werden: indessen bleiben diese Stellen doch immer schwächer, als die andern. Wird nun, nachdem solche Hölzer durch den Druck und Stofs der Wagenräder mehr in die Erde getrieben worden sind, als die andern, nicht *sehr* aufmerksam dafür gesorgt, dafs sie wieder gehoben und unterstopft werden, so wird die Bahn *uneben;* und diese Unebenheit nimmt *schnell zu,* weil die Stöfse auf der unebenen Bahn *stärker* sind, als auf der ebenen. Wird etwa ein Holz unter einem Schienenstofs *schief* gedrückt, so dafs eine Schiene über die anstofsende bedeutend nach oben, vielleicht auch zugleich etwas nach der Seite vortritt, so kann das Rad durch den heftigen Stofs und durch *Aufsetzen* des Spurkranzes auf die seitwärts vorgetretene Schiene aus der Bahn geworfen werden. Um dieser Gefahr zu begegnen, ist es dringend nöthig, für die beständige Erhaltung der rechten Lage der Querhölzer, besonders derjenigen unter den *Stöfsen* der Schienen, auf das aufmerksamste zu sorgen und keine *Unebenheit* der Bahn zu gestatten. Jede solche Unebenheit, jedes solches *Stofsen* der Bahn, wie es die Fahrenden nennen, ist nicht blofs *unangenehm:* es ist aus dem obigen Grunde auch *gefährlich.*

Um aber die in der Construction der Eisenbahn liegenden Gefahren gründlicher abzuwenden, wäre es wohl zu wünschen, dafs man überhaupt eine festere und dauerhaftere Bau-Art derselben annähme: etwa eine von denen, welche im 1sten Heft 11ten Bandes dieses Journals, in dem Aufsatze „Ueber verschiedene Arten von Eisenbahnschienen und deren Fundamentirung" beschrieben sind. Sind solche Constructionen auch in der Anlage *kostbarer,* so sind sie deshalb, auf die Folge berechnet, doch eigentlich *nicht theurer;* denn sie erfordern weniger Erhaltungs- und Er-

neurungskosten (Man sehe hierüber den oben genannten Aufsatz). Will man durchaus bei dem *hölzernen* Unterbau bleiben, so wären wenigstens die im 3ten Hefte 13ten Bandes dieses Journals beschriebenen *gekuppelten Schienenstühle* unter den Stöfsen der gewöhnlichen Schienen zu wünschen. (Man entschuldige dafs der Verfasser so viel auf seine eigenen Aufsätze Bezug nimmt. Es geschieht nicht aus Vorliebe für seine Ansichten, sondern deshalb, weil ihm das, was er als Resultat längeren und reiflichen Nachdenkens gesagt hat, nach seiner Ueberzeugung und aus den beigefügten Gründen *zweckmäfsig* scheint und er davon bis jetzt nichts zurückzunehmen findet.) Wollte man auch die gekuppelten Schienenstühle nicht haben, so wäre noch zu einem andern, ganz einfachen und wenig kostbaren Mittel der Verstärkung der gewöhnlichen Fundamentirung der Schienen vermittelst hölzerner Quer-Unterlagen zu rathen. Anstatt nemlich, wie jetzt, die hölzernen Quer-Unterlagen unmittelbar auf den Sand oder den Kies zu legen, lege man *unter dieselben* (nicht *über* dieselben) längsaus laufende Hölzer; ganz unter die Enden der Querhölzer. Zu diesen Hölzern würde, eben so wie zu den Unterlagen, Halbholz zu nehmen sein, mit der platten Seite nach unten gelegt, oben *rund,* und nur an den Stellen, wo die Querhölzer aufliegen, in der Rundung etwas eingeschnitten. Diese Längshölzer müfsten jedesmal gerade unter der *Mitte* der Länge der *Schienen* selbst zusammenstofsen und also 15, oder besser, 30 F. lang sein. Durch diese Hölzer würde die aus den *schwachen Stellen* bei den *Schienenstühlen* entstehende Gefahr fast gänzlich gehoben werden; auch würden die Schienen überhaupt viel stärker getragen werden. Die Kosten der Längshölzer würden nicht bedeutend sein; um so weniger, da die Querhölzer selbst dann auch ganz füglich *kürzer* sein könnten. Jetzt gehören zu 5 Querhölzern von 8 F. lang, unter einem 15 F. langen Schienenpaar, 40 laufende Fufs Halbholz. Legt man erst 24 Fufs Längshölzer, so dürfen die 5 Querhölzer darüber füglich 1½ F. kürzer sein, und es sind also dann zu 15 F. Bahn 56½ F. Halbholz, also nur 16½ F. Halbholz mehr nöthig, was, zu 3 Sgr. den Fufs gerechnet, 1 Thlr. 19½ Sgr. und auf die laufende Ruthe etwa 1 Thlr. 10 Sgr., also für die Meile nur 2666 Thlr. 20 Sgr. ausmacht; welche nicht bedeutende Mehr-Ausgabe leicht durch die geringeren Kosten des weniger oft nöthigen Hebens der Hölzer leicht wieder einkommen würden. An Sicherheit und Festigkeit der Bahn würde aber sehr bedeutend gewonnen werden; denn nicht allein dafs die schwa-

chen Stellen der Bahn dann, wie schon bemerkt, fast gar nicht mehr Statt finden würden, so würden auch, statt dafs jetzt 15 laufende Fufs Bahn von 40 laufenden Fufs Unterlage *nicht* gleichförmig getragen werden, vermittelst der Längs- und Querhölzer dieselben 15 F. Bahn von 56½ weniger 10, thut 46½ laufenden Fufs Holz *gleichförmiger* unterstüzt werden.

13. Eine andere Gefahr, dafs die Wagen aus den Schienen springen, oder dafs Wagen zerbrechen, entsteht aus der Art der Anbringung der Zugkraft.

Schon das *Vorspannen* von mehr als einem Dampfwagen vor eine und dieselbe Wagenreihe ist wesentlich gefährlich; besonders dann, wenn die Dampfwagen ungleich stark sind. Der Hauptgrund der Gefahr ist, dafs, da die Wagen nicht gleichförmig wirken, der hinterste Dampfwagen, nach der sehr richtigen Bemerkung des Herrn *v. Pambour,* sehr oft in den Fall kommt, die vordern nebst ihren Tendern *vor sich her zu schieben,* und die Gefahr des *Vorsichherschiebens* ist, wie sogleich weiter unten erörtert werden wird, *sehr* grofs. Ferner kann es beim *Bergabfahren,* wo vielleicht schon die Kraft eines einzelnen Dampfwagens hinreicht, oder gar *überflüssig* ist, kommen, dafs der stärkere Dampfwagen die schwächern mit solcher Gewalt fortreifst, dafs er sie zum Brechen bringt; und beim *Bergauffahren* kann es sein, dafs die kleinern Maschinen, um mit den gröfsern Schritt zu halten, über ihre Kräfte angestrengt und dadurch ebenfalls zum Brechen gebracht werden. Endlich ist, da die Dampfwagen die gefährlichsten Theile eines Wagenzuges sind, offenbar (wie z. B. Herr *Seguier* erinnert hat) die Gefahr schon an und für sich gröfser, wenn *mehrere* Dampfwagen einem Wagenzuge vorgespannt sind, als wenn blofs *einer* da ist. Der Einwand gegen diese letztere Bemerkung, dafs die *hintern* Wagen um so weniger von dem Stofs litten, je gröfser der Zug sei, ist nicht haltbar; denn die *vordern* Wagen leiden auch wieder um so mehr von den hintern in einem gröfsern Zuge.

Uebrigens entsteht aus dem Vorspannen von mehr als einem Dampfwagen *immer,* und besonders wenn die Wagen ungleich stark sind, ein *Verlust an Kraft;* denn die stets ungleichförmig wirkenden Wagen können nicht mehr unabhängig von einander jeder seine *vortheilhafteste* Wirkung ausüben, da der eine nach dem andern sich richten mufs. Die Wagen werden einzeln immer zusammen mehr Last fortbringen, als vereinigt.

Das Vorspannen mehrerer Dampfwagen vor einen und denselben Wagenzug ist daher jedenfalls gefährlich und unvortheilhaft, und es wäre am besten, *nie* mehr als *einen* Dampfwagen einem und demselben Wagenzuge vorzuspannen. Die Befolgung dieser Regel würde, aufser der Ersparung an Kraft und der Verminderung einer der Gefahren, auch eine gröfsere Annehmlichkeit für das Publicum zur Folge haben, weil dasselbe dann in den kleinern Zügen *öfter* Gelegenheit zum Fortkommen fände. Kennt das Publicum nur die im Voraus bestimmten öfteren Abgangszeiten, so wird es sich schon von selbst auf die Wagenzüge ziemlich vertheilen. Wäre aber, etwa auf weniger frequenten Bahnen, zu besorgen, dafs einzelne Wagenzüge, wenn sie öfter abgehen, nicht ihre volle Ladung für die Kraft des Dampfwagens bekommen, so könnte man auch, um die *grofsen* Züge zu vermeiden, die kleineren, mit *nur einem* Dampfwagen, statt in *gleichen* oder gröfsern Zwischenzeiten, *bald nach einander* abgehen lassen. Eben so auf sehr frequenten Bahnen, wenn mehr Passagiere zu einem Wagenzuge sich finden, als eine einzelne Maschine fortschaffen kann; in welchem Falle dann die mehreren Passagiere für einen zweiten Zug doch immer nur eine kurze Zeit zu warten haben würden. Die Gefahr, dafs *bald* nach einander abgehende Wagenzüge einander einholen und aufeinanderstofsen, ist durchaus *vermeidbar* und kann nur aus einer bedeutenden Unachtsamkeit entstehen. Es ist gewifs vollkommen hinreichend, wenn zwischen zwei Abgängen 10 bis 15 Minuten verflieſsen; denn in dieser Zeit kommt der eine Zug dem andern schon fast *eine Meile* voraus, und wenn die Züge einander sich nähern, so können es ja die Führer bei Tage unmittelbar, oder an den Signalen, und des Nachts an den Laternen und ebenfalls an den Signalen sehen. Blofs während eines *dichten Nebels* müfste man zwischen zwei Abgängen so viel Zeit verstreichen lassen, als zur Fahrt des vorderen Zuges bis zur nächsten *Station* und zur Signalisirung seiner Ankunft daselbst nöthig ist. In allen andern Fällen ist immer nur so viel Zwischenzeit erforderlich, als nöthig, den hintern Zug, falls der vordere verunglückt, zum Stillstehen zu bringen; und dazu sind gewifs 10 bis 15 Minuten *überflüssig* hinreichend. Zum schnellen und sicheren Hemmen der Wagen dürfte auch wahrscheinlich noch die Ausführung des Vorschlags des Herrn *Arago,* den Widerstand der Luft durch plötzlich ausgespannte Flächen dazu zu benutzen, förderlich und ersprieſslich sein.

Bei *weitem* gefährlicher als das *Vorspannen* von mehr als einem Dampfwagen vor einen und denselben Wagenzug ist es, wenn man einen Wagenzug zugleich durch Dampfwagen von hinten *fortschieben* läfst. Hievon ist die Gefahr *ungeheuer grofs*, und es ist ein ungemeines Glück, wenn daraus nicht die gröfsten Unfälle entstehen. Denn sobald die Wagen in dem Zuge seitwärts gegen die Schienen sich bewegen (und das geschieht *immer*, indem in der Wirklichkeit die Wagen, selbst auf einer völlig geraden Bahn, nie geradeauslaufen, sondern eine langgestreckte Schlangenlinie beschreiben; auch geschieht es aufserdem in den *Krümmen* unfehlbar, und mit *bedeutendem* Andrang gegen die Schienen), so hat der *Zug* von *vorn* noch die Eigenschaft, die Abweichung der Fuhrwerke nach der Seite hin wieder zu *heben* und die Wagen immerfort wieder in die rechte Richtung zu bringen: der *Schub von hinten* dagegen hat die Eigenschaft, die Abweichung immerfort *zu vergröfsern;* und so ist es fast ein Wunder, wenn bei grofser Geschwindigkeit, besonders in kurzen *Krümmen*, die Räder nicht aus den Schienen springen. Man versuche es nur, einen Stab, oder, richtiger, eine Kette mit langen Gliedern, die Etwas einem Wagenzuge Aehnliches sein würde, in einer vorgeschriebenen Bahn *nach sich zu ziehen:* es wird ohne Schwierigkeit angehen, und nicht so leicht wird ein Kettenglied aus der Bahn kommen, selbst in den Krümmen nicht: sehr schwer dagegen wird es sein, die Kette in der Bahn *vor sich her zu schieben*, ohne dafs das eine oder das andere Glied aus der Bahn kommt; besonders in den Krümmen. So sicher ein Stab, den man in der Hand hält, nach unten *hängt* und, wenn eine äufsere Wirkung ihn aus der Richtung bringt, immer wieder von selbst in die rechte Lage zurückkommt: so schwierig ist es bekanntlich, den Stab auf der Hand, nach oben gerichtet, zu balanciren; was ebenfalls ein Bild von dem *Ziehen* und *Schieben* eines Wagenzuges auf einer Eisenbahn giebt.

Das *Vorsichherschieben* eines Wagenzuges auf einer Eisenbahn sollte daher unter *keiner Bedingung* und *schlechterdings* nicht gestattet sein, anders, als nur in dem *einzigen* Falle, wenn etwa die vorgespannte Maschine den Dienst versagt hat und nur hinter dem Wagenzuge eine Maschine zum Nachschieben zu *haben* ist: dann aber sollte das Schieben nur *ganz langsam* geschehen, höchstens mit der Geschwindigkeit von einer halben Meile auf die Stunde. Da aber auch dabei noch Gefahr ist, so ist es wohl zu verlangen, es werde gesorgt, dafs stets Dampfwagen zur nöthigen Aus-

hülfe auf *allen* Stationen bereit stehen und dafs dann nur ein Dampfwagen, um *vorgespannt* zu werden, einem stehengebliebenen Zuge *entgegengeschickt, nie* eine Maschine zum Nachschieben ihm *nachgeschickt* werde. Die Gefahr beim Nachschieben ist *gar zu grofs* und *gar zu dringend.*

---

So viel für jetzt von den Gefahren auf Eisenbahnen und von den Mitteln, welche zur Vorbeugung derselben insbesondere auf den *vorhandenen* Bahnen ohne grofse Schwierigkeiten und Kosten ausführbar sein dürften.

Es giebt aber noch andere, tiefergreifende Mittel, nicht blofs zur Vorbeugung und Verminderung der jetzigen Gefahren für die Passanten, sondern auch zur Vervollkommnung der Eisenbahnen und ihrer Benutzung selbst. Sie sind zwar zum Theil auf vorhandenen Eisenbahnen nur allmälig ausführbar, zum Theil nur allein auf noch nicht vorhandenen, *neuen* Eisenbahnen. Da indessen der allmäligen Benutzung der möglichen Mittel auf den vorhandenen und der Benutzung der anderen auf neuen Eisenbahnen, wenn man sonst nur dazu geneigt ist, nichts entgegensteht, so wollen wir hier einige dieser Mittel berühren.

14. Für *alle* Fuhrwerke, nicht blofs für die auf Eisenbahnen, hat es Nachtheil, Kraftverlust und Gefahr, wenn sie sehr *hoch,* nemlich so gebaut sind, dafs der Schwerpunct der ganzen Masse, des Wagens und seiner Ladung, *sehr hoch über dem Boden liegt.* Am *vortheilhaftesten* ist es offenbar, wenn die Richtung der Zugkraft gerade *durch den Schwerpunct* des Wagens und seiner Ladung geht. Ist aber das nicht zu erlangen, so ist es besser, den Schwerpunct *tiefer* zu legen, als *höher.* Man stelle sich, was bekanntlich angeht, das Gewicht eines Wagens und seiner Ladung im Schwerpunct vereinigt vor, also dann den Wagen und die Ladung selbst, in ihrer räumlichen Ausdehnung, *ohne* Schwere, das im Schwerpunct concentrirte Gewicht aber durch Stützen, ebenfalls ohne Schwere, auf den Rädern ruhend, wo es die Reibung und beim Berganfahren den Widerstand hervorbringt, welche zusammen die Zugkraft zu überwinden hat: so bleibt zwar die Zugkraft im *Beharrungsstande* der Bewegung, das heifst, wenn die Geschwindigkeit sich *nicht* verändert, dieselbe, der Schwerpunct mag hoch oder niedrig liegen; aber, da die Geschwindigkeit, weder auf gewöhnlichen Strafsen, noch auf Eisenbahnen,

jemals gleichförmig bleibt, sondern stetig sich verändert, so ist leicht zu sehen, dafs, im Fall der Schwerpunct höher liegt, als die Richtung der Zugkraft, oder diese *zwischen* dem Boden, wo der Widerstand zu überwinden ist, und dem Schwerpunct: dafs dann ein beständiges *Schwanken* der im Schwerpunct vereinigten Last, nicht blofs nach der Seite, sondern auch vor und zurück Statt finden werde. Aus dem Schwanken nach der Seite aber entsteht Gefahr, aus dem Schwanken vor und zurück Kraftverlust, und aus beiden eine beständige Erschütterung des Wagens. Alles das findet um so weniger Statt, *je tiefer* der Schwerpunct liegt. Man kann sich die nachtheilige Wirkung einer *hohen* Lage des Schwerpuncts recht sinnlich machen, wenn man sich vorstellt, der Schwerpunct liege *sehr* hoch, z. B. 20 oder 30 F. hoch über dem Boden. Wie grofs würde nicht offenbar die *Gefahr* eines solchen Fuhrwerks und wie bedeutend nicht die *Zulage* an Zugkraft sein, um das Fuhrwerk mit sich *ändernder* Geschwindigkeit fortzuschaffen! Was aber von einer *sehr* grofsen Höhe des Schwerpuncts gilt, gilt auch *verhältnifsmäfsig* und in geringerem Maafse von einer geringeren Höhe. Gefahr und Verlust an Zugkraft ist mit der Erhöhung des Schwerpuncts über dem Boden *immer* und unzertrennlich verbunden. Also ist es vortheilhaft und zur Verminderung der Gefahr des *Umwerfens*, so wie derjenigen beim Heraussteigen oder Herausspringen der Passagiere, *wesentlich* vortheilhaft, die Fuhrwerke so zu bauen, dafs ihr Schwerpunct so *niedrig* liege als möglich.

Für Fuhrwerke auf Chausséen und gewöhnlichen Strafsen würde es schwierig sein, mit der Herabsenkung des Schwerpuncts bis über eine gewisse Grenze zu gehen. Hier wird der *Boden* des Wagenkastens immer *wenigstens* so hoch als die Achsen liegen müssen, schon damit der Wagenkasten nicht auf Hindernisse *aufstofse*, die auf gewöhnlichen Strafsen in der Bahn sich befinden können. Alles, was man für gewöhnliche Fuhrwerke thun könnte, wäre, dafs man sie so *wenig hoch* über den Achsen als *möglich* baute, dafs man nicht auf den *Deckel* der Wagenkasten Lasten brächte, und am wenigsten dort, auf eine in der That höchst gefährliche und wahrhaft halsbrechende Weise, Personen sitzen liefse; so wie, dafs man, wenn durchaus bedeutende Lasten in ein und dasselbe Fuhrwerk gepackt werden sollen und müssen, die Wagen statt höher, lieber *länger* machte und ihnen mehr als zwei Paar Räder gäbe; welches letztere eigentlich *allen* Lastwagen und besonders *allen* Personenwagen zu wün-

schen wäre, um die oben gedachte Gefahr von blofs 4 Rädern zu vermeiden: auf Eisenbahnen dagegen hindert nichts, den Schwerpunct auch *noch tiefer* zu senken; denn das Aufstofsen des Bodens der Wagenkasten ist hier nicht zu besorgen; der Boden der Kasten könnte eben so tief liegen, als die Räder reichen, ja sogar noch tiefer, da die Schienen, auf welchen die Räder laufen, noch wenigstens 4 Zoll über die Querhölzer der Bahn vorstehen; jedenfalls könnte er so tief liegen, als die *Oberfläche* der Schienen. Jetzt liegt die *untere Fläche des Bodens* der Personenwagen, wenn die Wagen, wie gewöhnlich, 3 F. im Durchmesser haltende Räder haben, wenigstens 2 F. 9 Z. hoch über den Schienen; die innere Fläche des Bodens liegt wohl 3 F. 8 Z. hoch, die Decke eines bedeckten Wagens wenigstens 10 F. hoch und der Schwerpunct eines mit Personen besetzten Wagens, so wie auch eines Güterwagens, etwa 5 F. 3 Z. bis 6 F. hoch über den Schienen. Alle diese Höhen könnten nun sehr füglich um 2 F. 9 Z. vermindert werden. Der Schwerpunct dürfte, statt $5\frac{1}{4}$ bis 6 F., nur $2\frac{1}{2}$ bis $3\frac{1}{4}$ F., die Decke eines bedeckten Personenwagens statt 10 F. nur $7\frac{1}{4}$ F. hoch über den Schienen sein. Es ist leicht zu sehen, dafs eine solche Herabsenkung der Wagenkasten keine wesentlichen Schwierigkeiten haben würde. Die Druckfedern, welche den Wagenkasten tragen, könnten nach wie vor auf den Achsen liegen; blofs die Tragbäume des Kastens müfsten, statt *auf* den Druckfedern zu liegen, an dieselben *angehängt* werden. Die Druckfedern sind gewöhnlich 5 F. lang; die Thür zum Einsteigen zwischen den Enden der Druckfedern erfordert 1 F. 9 Zoll: also müfsten die Achsen der Wagen 6 F. 9 Zoll von einander entfernt sein; was sie auch jetzt sind. Bekommt der Wagen, wie es sein sollte, 6 Räder, so würden die Anfruhepuncte der beiden äufsersten Räderpaare, nach der Länge des Wagens, $13\frac{1}{2}$ F. von einander entfernt sein. Deshalb müfsten dann die *Drehstühle* zur Umwendung der Wagen, wo das Umwenden nöthig ist, etwas gröfser sein, als jetzt; allein das ist, sobald man den Wagen mehr als 4 Räder giebt, *immer* nothwendig. Die 6 F. 9 Z. Entfernung der Achsen von einander, nach der Länge des Wagens, ist nun zwar für *zwei* Sitzreihen quer über den Wagen um 2 F. 3 Z. gröfser, als *nöthig*, und nur zwischen zwei Coupés können die Wagen-Achsen und Räder füglich Raum finden, letztere zum Theil *unter* den Sitzen: aber diese 2 F. 3 Z. mehrere Länge würden der Bequemlichkeit der Passagiere sehr zu Statten kommen; auch könnte die mehrere Länge noch dadurch

nutzbar gemacht werden, dafs man in jedem Coupé, an jeder Wagen*thür*, einen Sitz auf einer quer vor die Thür zu klappenden Bank anbrächte, so dafs das Coupé, statt wie jetzt 6, 8 bis 10 Personen, 8, 10 bis 12 Personen faſste. Vorn und hinten könnten *halbe* Coupés mit *einer* Sitzreihe sein, in welche die Passagiere von vorn und von hinten einsteigen; denn immer müssen, wie oben auseinandergesetzt, die Wagen etwas weiter von einander bleiben, als jetzt, und leicht hinreichend weit zum bequemen Ein- und Aussteigen von Personen. Auf diese Weise würde ein 6rädriger Personenwagen, mit 2 Coupés zu 2 Sitzreihen *zwischen* den Achsen und mit 2 Coupés zu 1 Sitzreihe *aufserhalb* der Achsen, also zusammen mit 6 Sitzbanken quer über den Wagen und 4 Sitzen an den Thüren, zusammen 22, 28 bis 34 Personen fassen, je nachdem auf jede Sitzbank quer durch den Wagen 3, 4 oder 5 Personen *neben*einander sitzen.

Die zu wünschende Senkung der Wagenkasten wird dadurch erschwert, dafs wegen der grofsen Länge der Druckfedern die Achsen der Wagen, um eine Thür zum Einsteigen zu gewinnen, weiter, als sonst *der Sitze wegen* nöthig sein würde, von einander entfernt sein müssen. Allein es ist gar nicht nöthig, dafs die Wagenkasten gerade auf *Druckfedern* ruhen. Sie können eben sowohl von *Spiralfedern*, wie sie oben, als zu Stofs- und Zugfedern dienlich, beschrieben sind, getragen werden. Solche Federn würden sogar noch wohlfeiler und, was die Hauptsache ist, *weniger gefährlich* sein, als Druckfedern. Denn wenn eine Druckfeder bricht, so fällt der von ihr getragene Wagenbaum wenigstens bis auf die Achse, oder auch wohl gar, daran vorbei, bis auf die Erde hinunter. Bricht dagegen eine Spiralfeder, so kann immer der Wagenbaum nur um ein Geringes und für die Fahrenden kaum merklich sich senken, so lange nur die durch die Feder hindurchgehende tragende Stange nicht *zerreifst;* was aber nicht leicht möglich ist. Auch würde mit Spiralfedern, statt Stofsfedern, der Wagen selbst fester gebaut werden können; nemlich die Achsen würden sich stärker mit einander verbinden lassen. So sind, besonders der *geringern Gefahr* wegen, die *Spiralfedern* höchst wichtig und verdienen gewifs alle Aufmerksamkeit. Anfangs wird es freilich schwer sein, sie zu *machen;* auch wird es auf viele *Proben* ankommen, bis man für jeden ihrer verschiedenen Zwecke die rechte Stärke trifft. Indessen ist ihre Ausführbarkeit selbst aufser allem Zweifel. Der Verfasser Dieses hat vor vielen Jahren Gelegenheit gehabt, solche

Spiralfedern für einen gewöhnlichen Wagen machen zu lassen, und sie thaten, obgleich sie eine erste Probe waren, völlig gute Dienste.

Man könnte auch nicht allein die Sicherheit der Spiralfedern gegen Brüche noch vermehren, sondern auch ihre Verfertigung erleichtern, wenn man in der Hülse, statt einer fortlaufenden langen Spiralfeder, mehrere kurze Spiralfedern oder Springfedern über einander vermittelst dazwischen gelegter ringförmiger Böden, welche durch die Federn hin- und hergeschoben werden und durch welche also die Zugstange hindurch geht, wirken liefse. Hier würde der etwaige Bruch einer oder der anderen kurzen Spiralfeder ganz ohne alle Gefahr und völlig unmerklich sein und die kurzen Federn würden noch leichter zu verfertigen sein, und also noch weniger kosten.

Hängt man nun die Kasten der Personenwagen auf Eisenbahnen, statt an Druckfedern, an solche Spiralfedern, so können die Achsen einander bis auf 4 F. 9 Z., nemlich bis auf den Betrag zweier halben Raddurchmesser und 1 F. 9 Z. Breite zur Thür, nahe gebracht werden, also sogar noch näher als jetzt; sie sind dann nur gerade so weit von einander nöthig, als zu zwei Sitzreihen quer über den Wagen, seiner Länge nach nothwendig ist, so dafs *kein* Raum unbenutzt bleibt; und für die äufsersten von 3 Paar Rädern, die dann nur $6\frac{1}{2}$ F. von einander entfernt sind, werden *nicht* gröfsere Drehstühle nothwendig sein, als jetzt.

Der Nutzen der Senkung des Schwerpuncts der Wagen und der Boden der Wagenkasten um 2 F. 9 Z. würde aber folgender sein.

*Erstlich.* Für die Personenwagen wären dann weder Tritte noch erhöhte Rampen zum Ein- und Aussteigen nöthig, sondern die Passagiere könnten unmittelbar aus den Wagen auf den neben den Schienen nur um etwas erhöhten Boden aus- und von demselben einsteigen. Auf der Decke der Wagen müfste man übrigens auch hier durchaus nur allein die *Führer* der Wagen sitzen lassen und das Gepäck unterbringen.

Für Güterwagen würden die Lasten weniger hoch zu heben und wieder hinunterzuschaffen sein.

*Zweitens* würde bei den Personenwagen, wenn ja die unglückliche Nothwendigkeit des Herausspringens vorkommt, der Sprung *weniger* mifslich und gefährlich sein. Die Personen würden dann nur *möglichst weit* vom Wagen hinweg zu springen suchen müssen.

*Drittens.* Bricht an einem Wagen eine Achse, oder ein Rad, oder eine Feder, so würde der Sturz des Wagens weniger hoch und also we-

niger gefährlich sein; der Boden des Wagenkastens würde mit weniger heftigem Stofs den Erdboden erreichen und die Wagen würden leichter zum Stillstand kommen.

*Viertens.* An Zugkraft würde aus den oben erörterten Gründen gespart werden.

*Fünftens.* Die Gefahr des Umwerfens, etwa wegen einer zerbrochnen Schiene, oder aus andern Ursachen, würde bei weitem geringer sein.

*Sechstens.* Die Wagen würden weniger Widerstand in der Luft und im Sturme finden; denn nahe an der Erde wird die Kraft eines Sturms durch die vielfältigen Hindernisse am Erdboden bedeutend gebrochen und ist immer geringer als in der Höhe. Die Senkung des Schwerpuncts der Wagen ist das weiter oben gedachte Mittel, den Widerstand des Luftzuges gegen die Bewegung der Wagen zu vermindern; und die Verminderung dürfte ganz bedeutend sein. Ein *bedeckter* Wagen würde nicht mehr Widerstand vom Sturm finden, als etwa jetzt ein unbedeckter. Der von dem Widerstand der Stürme hergenommene Einwand gegen die *Bedeckung* der Wagen, zur Feuersicherheit und Bequemlichkeit der Passagiere, fiele also alsdann weg.

Für die Dampfwagen und die Karren zum Transport von Equipagen ist die Senkung des Schwerpuncts der Wagen weniger ausführbar: für Personenwagen und Güterwagen, so wie auch für Wagen zum Transport von lebendem Vieh, besonders kleineren Thieren, dürfte sie dagegen durchaus keine wesentlichen Hindernisse haben. Diese Verbesserung dürfte *sehr* bedeutend sein und verdient daher wieder alle Beachtung. Sie ist auch auf schon vorhandenen Eisenbahnen ausführbar; obwohl freilich da nur allmälig, so wie eine gröfsere Zahl von Wagen erneuert werden mufs.

15. Die Fuhrwerke auf gewöhnlichen Strafsen können bis auf die Achsen, wenn diese von Eisen sind, so wie bis auf das übrige Eisenwerk vom Feuer verzehrt werden. An Eisenbahnwagen sind schon jetzt noch mehrere Theile von Eisen, und folglich unverbrennlich: insbesondere die Räder. Was hindert nun aber, die Eisenbahnwagen *ganz* von Eisen zu machen, bis auf die blofsen *Ueberzüge* der Sitzkasten und die Auspolsterung der Seiten und Lehnen? denn auch noch die Sitze und Lehnen selbst können, statt durch Pferdehaare oder dergleichen, durch eiserne Springfedern, wie es zum Theil schon jetzt üblich ist, elastisch gemacht werden. Ein ganz eiserner Wagen würde aber gewifs weder weniger haltbar, noch

auch theurer sein, noch auch schwerer, als ein jetziger Wagen. Das Eisen wiegt etwa 10 mal so schwer als Holz; aber es bedarf nicht den 10ten Theil seiner Masse, um eben so haltbar zu sein. Blech von einer halben Linie dick, zu den Wänden und zur Decke, was ganz hinreichend wäre, wiegt noch nicht so viel, als ein 6 Linien dickes hölzernes Brett; und ein eiserner Tragbaum von $1\frac{1}{2}$ Z. breit und 2 Z. hoch wiegt nicht mehr, als ein jetziger 8 bis 9 Z. hoher und 3 bis $3\frac{1}{2}$ Z. breiter hölzerner Tragbaum. Auch würde man durch die dünnen eisernen Wände und Decken noch etwas an *Raum* gewinnen; und wenn die Tragbäume von Eisen sind, so kann der *Schwerpunct* der Wagen noch um etwa 6 Z. tiefer *gesenkt* werden. Was ja etwa das Eisen gegen das Holz mehr *kosten* sollte, kommt durch die längere Dauer wieder ein. Der Verfasser dieses erinnert sich, vor beinahe 40 Jahren zwischen Wien und Brünn in einem *Postwagen* gefahren zu sein, an welchem Achsen und Räder von Eisen und der Kasten von Kupferblech waren. Dieser Wagen dient ihm zum practischen Beweise der Möglichkeit und Ausführbarkeit solcher Wagen, selbst auf gewöhnlichen Strafsen. Ob in der genannten Gegend dergleichen Wagen noch jetzt im Gebrauch sind, oder, wenn nicht, aus welchen Gründen man davon wieder abgegangen sei, ist ihm nicht bekannt. Die Ausführbarkeit *ganz eiserner* Wagen auf *Eisenbahnen* aber unterliegt vollends zuverlässig keinem Zweifel; und der Nutzen davon würde gar nicht unwesentlich sein. Gegen Entzündung von Aufsen durch Funken und Kohlen wäre nemlich die Gefahr vollends abgewendet, und die Gefahr der Entzündung von Innen wäre geringer; jedenfalls könnte sich das Feuer nicht von einem Coupé in das andere verbreiten. Es ist mit den Wagen nicht anders, wie mit den Gebäuden. Das *einzige* sichere und *vollständige* Mittel, von Gebäuden die Feuersgefahr abzuwenden, ist, *sie aus unentzündlichen Stoffen zu bauen* und *alles* Holz, bis etwa das zu den Thüren und den Fenstern, daraus zu verbannen. *Alle* andern Mittel sind unzureichend und unvollständig. Ganz eben so ist es bei den Wagen.

In *ganz* eisernen Wagen scheint also ebenfalls noch ein Mittel zur Vervollkommnung des Eisenbahnwesens zu liegen. Es ist auch auf schon vorhandenen Eisenbahnen *allmälig* ausführbar und verdient ebenfalls Beachtung, jedenfalls wenigstens den Versuch.

16. Das Feuer, welches die Dampfwagen mit sich führen, ist und bleibt gefährlich: sowohl für die Fuhrwerke und für die Passagiere und

Güter auf der Eisenbahn selbst, als für die Anwohner der Bahn. Auch der Dampf ist, weil er den Kessel der Maschine sprengen kann, gefährlich; und der Rauch und das Geklapper der Dampfwagen ist, sowohl für die, welche die Eisenbahn benutzen, als für die Anwohner unangenehm. Das Feuer ist und bleibt auf Eisenbahnen ein *Uebel*, obgleich ein *nothwendiges* Uebel, so lange die Zugkraft durch die Spannung des Dampfs hervorgebracht werden soll.

Man sucht auch aus diesen Gründen nach andern neuen Kräften, z. B. nach der electro-magnetischen Kraft. Wer wollte nicht wünschen, dafs man finde, was man sucht! Warum aber macht man denn nicht wenigstens den *Versuch* mit der schon seit uralter Zeit *bekannten* und benutzten *Kraft der Zugthiere*, an einen Göpel gespannt, der auf einen mitfahrenden, vorgespannten Wagen gesetzt ist? Sollte hier etwa wieder ein Fall sein, wo man nach dem Entfernten und Künstlichen hascht und das Bekannte und Naheliegende übersieht!? Man findet die Art der Benutzung der Zugkraft der Thiere in dem Aufsatze „Ueber die Ausführbarkeit von Eisenbahnen in bergigen Gegenden" im 13ten Bande dieses Journals, Heft 3. S. 215 bis 224, rücksichtlich ihrer Ausführbarkeit und der davon möglicherweise zu erzielenden Wirkung, näher und ausführlich untersucht. Das Resultat der Untersuchung ist, dafs die Benutzung der Pferdekraft wirklich und unzweifelhaft mit Vortheil *möglich* sei; dafs, eben wie durch Dampfwagen, Fuhrwerke auf Eisenbahnen auch durch fahrbare Pferdegöpel mit *gleich grofser* Geschwindigkeit fortbewegt werden können, und dafs das Gewicht der Göpel nicht eben im Mifsverhältnifs zu den von ihnen forbewegten Lasten stehe. Der sonstige Gewinn aber würde bedeutend sein. Die Feuersgefahr und die Gefahr des Zerspringens der Dampfkessel würde *gänzlich* entfernt werden; die Zugmaschinen würden leichter zu führen und leichter in Stillstand zu bringen sein; sie würden wohlfeiler sein als Dampfwagen, würden überall gebaut werden können, und die Zugkraft könnte nie ausgehen, während jetzt, besonders die verbrannten *Steinkohlen*, nicht durch neue sich ersetzen. Möchte man also doch mit den fahrbaren Pferdegöpeln wenigstens den *Versuch* machen!

17. Eine noch andere Vervollkommnung der Eisenbahnwagen, die bedeutender sein dürfte, als alle übrigen, scheint aus folgender Bemerkung hervorzugehen.

Was kann nemlich wohl der Grund sein, dafs man jetzt alle Fuhr-

werke auf den Eisenbahnen so *colossal* und *grofs* und folglich so *schwer* macht: die Personen- und Güterwagen 30, 40 und 50 Ctr., die Dampfwagen wohl über 200 Ctr. schwer? Ist etwa die Meinung die, es seien *deshalb* die Wagen so grofs und schwer nöthig, damit sie für die ungewöhnlich grofse Geschwindigkeit *haltbarer* seien, so scheint es, man habe diese Voraussetzung nicht sorfältig genug und nicht richtig geprüft. Jene Ursach für die mehrere Gröfse der Wagen ist nicht begründet. *Nicht* grofse und folglich schwere Wagen sind *in dem Verhältnifs* ihres gröfsern Gewichts fester und haltbarer als kleinere und folglich leichtere, sondern, gerade umgekehrt, diese letztern sind *verhältnifsmäfsig* fester und dauerhafter als die ersteren. Dafs dem so sei, geht mit *mathematischer* Gewifsheit aus folgender ganz einfachen Erwägung hervor. Ein Balken nemlich oder Träger, z. B. von 8 F. oder 96 Z. lang, 4 Z. breit und 8 Z. hoch, hat 8 mal so viel *Masse* und folglich 8 mal so viel *Gewicht,* als ein anderer, welcher *halb* so breit, *halb* so hoch, und *halb* so lang, also nur 4 F. oder 48 Z. lang, 2 Z. breit und 4 Z. hoch ist. Nun verhält sich bekanntlich die *Tragkraft* der beiden Balken, wie das Product ihrer Breite in das Quadrat der Höhe, dividirt durch die Länge, also in dem angenommenen Beispiele wie $\frac{8.8.4}{96}$ zu $\frac{4.4.2}{48}$, das heifst wie 4 zu 1. Der grofse Balken, welcher 8 mal soviel Gewicht hat als der kleine, hat also keinesweges auch 8 mal soviel Tragkraft, sondern *nur 4 mal* soviel. Er ist also keinesweges *im Verhältnifs seines Gewichts* stärker, als der kleine, sondern vielmehr *schwächer,* und *verhältnifsmäfsig* nur *halb so stark.* Nun müssen aber *alle* Theile eines Wagens am Ende auf ähnliche Weise wie Balken der Kraft widerstehen, welche auf sie einwirkt und sie zu *zerbrechen* trachtet, und diese Kraft ist zunächst ihr *Gewicht.* Also ist es *mathematisch gewifs*, dafs ein grofser und deshalb *nothwendig* schwerer Wagen keinesweges seinem gröfsern Gewicht mit gleicher Kraft widersteht, als ein kleinerer Wagen dem seinigen: und folglich ist es *gewifs,* das gröfsere und schwerere Wagen *nicht verhältnifsmäfsig* stärker und dauerhafter sind, als kleine und leichte, sondern vielmehr wesentlich *schwächer* und weniger *dauerhaft.*

Es ist zwar freilich wahr, dafs die Rechnung dadurch anders sich stellt, dafs nicht blofs das Gewicht der Wagen *selbst,* sondern auch ihre *Ladung* in Betracht kommt: allein auch dann ist noch der Vortheil auf

Seiten der kleineren und leichteren Wagen. Man setze z. B., es müsse ein Wagen 15 Ctr. schwer sein, um mit Sicherheit 30 Ctr. laden zu können; was in der That das aus der Erfahrung sich ergebende Verhältnifs sein dürfte, indem die Wagen gewöhnlich halb so viel wiegen müssen, als ihre Ladung beträgt. Es hat also alsdann dieser Wagen Widerstandskraft gegen zusammen 45 Ctr. Gewicht. Nun wiege ein anderer, *gröfserer* Wagen, statt 15 Ctr., 30 Ctr.: so verhalten sich die Abmessungen seiner Theile zu denen der Theile des kleinern Wagens wie die *Cubikwurzel* aus 2 zur *Cubikwurzel* aus 1, das heifst wie 1,26 zu 1. Die Widerstandskraft des gröfsern Wagens verhält sich aber zu der des kleinern, der obigen Auseinandersetzung zufolge, nur wie das *Quadrat* der Abmessungen seiner Theile zu dem *Quadrat* derjenigen des anderen, also wie das *Quadrat* von 1,26 zum *Quadrat* von 1, das heifst wie 1,59 zu 1. Folglich hat der gröfsere Wagen nur 1,59 mal so viel Widerstandskraft, als der kleinere, und folglich mit *gleicher* Sicherheit nur Widerstandskraft für 1,59 mal 45 Ctr., thut 71½ Ctr. Er wiegt aber 30 Ctr. und folglich vermag er nur 41½ Ctr. mit der *gleichen* Sicherheit des kleinen zu führen, keinesweges die *doppelte* Ladung von 60 Ctr. Der kleine Wagen ist also auch *beladen* unzweifelhaft fester und sicherer, als der gröfsere.

Welchen *anderen* Grund noch könnte es aber wohl geben, die Eisenbahnwagen *colossal, grofs* und *schwer* zu machen? Der Zweck, *sehr grofse* Lasten auf einmal fortzubewegen, kann es nicht sein. Denn *sehr* grofse Lasten, die nicht *getheilt* werden könnten, wie z. B. grofse Geschütze, grofse Holzstämme, grofse Maschinentheile, schwere Dampfkessel, Cylindergebläse und dergleichen, kommen nur sehr selten vor, und für sie bleibt noch das Mittel übrig, Wagen mit mehreren Räderpaaren, nöthigenfalls dicht hintereinander laufend, zu machen; was denn die Last dennoch wieder vertheilt. Auch der Umstand, dafs der *Damgfwagen,* oder jedenfalls der *Zugwagen, nothwendig* sehr schwer sein müsse, damit seine Triebräder mit hinreichender Kraft auf die Schienen eingreifen, ist kein Grund; denn wenn die Wagen, welche der Zugwagen fortzuschaffen hat, leichter sind, und wenn man ihm weniger zu ziehen giebt, so bedarf auch er nur eines geringeren Gewichts. Es giebt also in der That *gar keine* zureichende und *wirkliche* Ursach, weshalb die Fuhrwerke auf Eisenbahnen so colossal sein müfsten, wie sie es jetzt sind. Sie könnten ohne allen Zweifel sammt und sonders vielleicht *halb* so schwer sein: die Per-

sonenwagen, statt 20 bis 30 Personen, deren nur 10 bis 15 einnehmen; die Güterwagen, statt 50 bis 60 Ctr., nur 25 bis 30 Ctr. laden, und die Dampfwagen, statt über 200 Ctr., nur etwas über 100 Ctr. wiegen. Diese Veränderung aber würde *sehr* grofse Vortheile haben. Nemlich

*Erstlich,* würden die Fuhrwerke, wie vorhin gezeigt, für ihre geringere Ladung wesentlich stärker und dauerhafter und also weniger der *Gefahr des Zerbrechens* ausgesetzt sein. Ihre *verhältnifsmäfsige* Haltbarkeit könnte auch durch eine angemessene *Vertheilung* der Ersparung an Gewicht abermals verstärkt werden. Man müfste nemlich die Stärke der Achsen und Räder *weniger* vermindern, als die der übrigen Theile, besondere des Wagenkastens.

*Zweitens* würde die dann entstehende *Nothwendigkeit,* statt grofser Wagenzüge in *gröfsern* Zwischenzeiten, kleinere *öfter* abgehen zu lassen, dem Publicum gar sehr zu Statten kommen und den Nutzen der Eisenbahnen selbst für dasselbe noch bedeutend vermehren. Es erfordert freilich die mehrere *Vertheilung* der Passage auf einer Eisenbahn mehr Dampfwagen, mehr Führer und etwas mehr Brennstoff, also mehr Kosten: allein diese Vermehrung der Ausgaben würde auch gewifs durch die mehrere Einnahme reichlich wieder einkommen. Denn *Zeit-Ersparnifs* ist ja immer der wesentlichste und bedeutendste Theil des Nutzens der Eisenbahnen überhaupt. Diese Zeit-Ersparnifs wird aber nicht durch die grofse Geschwindigkeit der Fahrt *allein* erreicht, sondern auch in sehr vielen Fällen noch wohl *eben so sehr und mehr* dadurch, dafs *öftere* Fahrten Statt finden; selbst wenn diese öfteren Fahrten etwas langsamer vor sich gehen sollten. Wer z. B. um 4 Uhr erst fahren *kann,* weil eher kein Wagenzug abgeht, aber um 3 Uhr fahren *möchte,* kommt, wenn auch um 3 Uhr ein Zug abgeht, selbst dann noch, wenn er, um 4 Uhr abfahrend, in $\frac{3}{4}$ Stunden an sein Ziel gelangt, um 3 Uhr abfahrend dagegen eine volle Stunde zur Fahrt gebraucht, im letzten Fall doch noch $\frac{3}{4}$ Stunden früher ans Ziel. Wie häufig sind nicht die Fälle, dafs Jemand an einem, eine oder ein Paar Stationen von seinem Wohnort entfernten Orte nur $\frac{1}{2}$ oder 1 Stunde zu thun hat, und gern, selbst für erhöhte Kosten, auf der Stelle zurückkehren möchte, wenn nur ein Wagenzug abginge! Durch das seltnere Abgehen der Wagenzüge können Fälle vorkommen, dafs eine Fahrt hin und zurück, ungeachtet der grofsen Geschwindigkeit, dennoch fast eben so viel Zeit wegnimmt, als die Fahrt auf der gewöhnlichen Landstrafse,

und dafs also dann der Eisenbahn die Fahrt ganz entgeht, die ihr gewifs sonst zugefallen sein würde. Man giebt geradezu durch den seltenen Abgang der Wagenzüge wieder einen Theil des Nutzens der Eisenbahnen ohne zureichenden Grund absichtlich aus der Hand. Es ist damit eben so, wie wenn man die Eisenbahnen von gröfserer Länge nicht in möglichst gerader Linie baut, sondern sie mit grofsen Umwegen und bedeutenden Abweichungen von der geraden Richtung durch das Land führt, blofs um vielleicht einige Orte zu berühren, die sich besser durch Seitenbahnen anschliefsen würden; was denn die Folge hat, dafs nicht blofs der *kleinere* Theil der Passage jener Neben-Orte, sondern die *ganze* Passage zwischen den Haupt-Endpuncten den Umweg machen mufs. Man achtet hier das Eine oder das Andere unter dem Vorwande nicht, dafs der Gewinn und der Nutzen der Eisenbahnen dennoch immer grofs bleibe. Das letztere kann zwar richtig sein: aber ein absichtliches Wegwerfen eines Theiles des Nutzens, ohne zureichenden Grund, bringt *immer* Verlust. Das Eine und das Andere: das seltene Absenden von Wagenzügen, und die unnöthig langen Linien, sind hier die Verschwendung eines *Reichen.* Aber Verschwendung ist *immer* Verschwendung, es mag sie der Reiche oder der Arme machen. Die *öftere* Absendung *kleiner* Wagenzüge, statt seltenerer gröfserer, scheint in der That ein so wesentlicher Gegenstand zu sein, dafs auch darin noch eine von den ohne sonstige Schwierigkeiten *möglichen* Vervollkommnungen des Eisenbahnwesens liegen dürfte. Natürlich müssen freilich die Zwischenzeiten des Abganges der Wagenzüge in jedem besonderen Falle dem Bedürfnifs und den Umständen gemäfs angeordnet werden; indessen ist im Allgemeinen wohl so viel gewifs, dafs ein *Zuviel* in den *öftern* Absendungen von geringerem Schaden für die Unternehmer einer Eisenbahn und besonders für das *Publicum* sein würde, als ein Zuviel für die *seltneren* Abgänge.

*Viertens.* Ein *sehr* grofser Gewinn durch die leichteren Fuhrwerke würde aber noch sein, dafs, wenn z. B. alle Fuhrwerke nur *halb* so schwer sind, die Schienen der Bahn ebenfalls nur, und zwar noch *weniger* als halb so schwer sein dürfen, und dafs auch der ganze Unterbau der Bahn, alle Brücken, Drehstühle, Ausweichungen u. s. w. verhältnifsmäfsig schwächer sein können. Bleiben auch der Damm, die Gebäude u. s. w. die nemlichen, so ist doch so viel gewifs, dafs dann eine *zweispurige* Eisenbahn *nicht mehr* kosten würde, als eine *einspurige*; und der grofse Vor-

zug einer zweispurigen Bahn vor einer einspurigen ist einleuchtend. Alle Gefahr des Aufeinanderstofsens von Zügen, die einander entgegenkommen (welche Gefahr auf einspuriger Bahn ebenfalls nicht gering und *bei weitem* gröfser ist, als die des Aufeinanderstofsens von Zügen, die sich folgen; besonders im Finstern), fällt dann unbedingt ganz weg und man kann ohne alles Hindernifs Wagenzüge selbst von Viertel- zu Viertelstunde abgehen lassen. Wo aber wegen der geringen Frequenz eine *einspurige* Bahn *jedenfalls* hinreichend ist, würde dieselbe wenigstens 40 Tausend Thaler auf die Meile weniger kosten, als jetzt.

Der Vorschlag, die Eisenbahnfuhrwerke leichter und kleiner zu bauen, was dann den leichteren und wohlfeileren Bau der Eisenbahnen selbst zur unmittelbaren Folge haben würde, verdient daher gewifs ebenfalls noch ganz besondere Berücksichtigung. Die Eisenbahn zwischen Nürnberg und Fürth, nebst ihren Fuhrwerken, *ist* ungewöhnlich leicht gebaut, und man weifs, wie *vorzüglich* gut sie rentirt. Die hohe Rente beruht aber hier gewifs nicht auf der starken Frequenz allein; denn auch andere Eisenbahnen haben eine gleiche und wohl noch stärkere Frequenz: sie beruht zuverlässig auch zum Theil auf dem *leichten Bau.* Es giebt also diese Eisenbahn einen anschaulichen, *practischen* Beweis von der Wichtigkeit der Mahnung, die Fuhrwerke und die Bahnen *leichter zu bauen.*

Doch wir schliefsen hier diesen Aufsatz für jetzt, um ihn nicht zu sehr auszudehnen, obgleich der Gegenstand noch keinesweges erschöpft ist, und selbst blofs über die Vervollkommnung der technischen Anordnung der Eisenbahnen und der Fuhrwerke noch Vieles zu sagen übrig bleibt.

Was von den Bemerkungen *Anderer* über die Gefahren auf Eisenbahnen und die Abwendung derselben, z. B. von den Bemerkungen und Vorschlägen in der Pariser Akademie, in Folge des Unfalls bei Versailles, bis jetzt zur Kenntnifs des Verfassers des gegenwärtigen Aufsatzes gelangt ist, hat er in demselben berücksichtigt, auch bei Allem, worauf nicht er selbst gefallen ist, gesagt, von wem es herrühre.

Der Verfasser bemerkt zum Ueberflufs noch, dafs er bei dem vorliegenden Aufsatze gar keinen andern Zweck hat, als die Förderung der guten Sache: durchaus kein Interesse für sich selbst, irgend einer Art, noch auch etwa die Absicht, nur das Vorhandene zu tadeln oder zu mustern. Dafs nicht etwa das letztere der Fall sei, werden wohl die Aeufserungen im

Eingange dieses Aufsatzes zur Genüge zu erkennen geben. Auch ist er nicht im Geringsten gesonnen, von dem hier Vorgetragenen Dasjenige, was er seinen eignen Erwägungen entnommen hat, für *neu* zu halten. Er will vielmehr im Voraus gern und willig zugeben, dafs Alles hier Gesagte auch Andere schon gedacht und gesagt haben mögen. Er macht nicht den geringsten Anspruch auf irgend eine Priorität. Er wünscht blofs, dafs man die oben aufgestellten Bemerkungen, wer sie auch *zuerst* gemacht haben möge, nicht übersehen, und nicht die darin enthaltenen Vorschläge, da, wo sie durch *Gründe* gerechtfertigt sind, ohne Weiteres wegen anderer, weniger auf Gründen und mehr blofs auf Meinungen beruhender Ansichten verwerfen möge.

Berlin, im Juni 1834.

# 7.

# Sammlung von Bemerkungen beim Graben von Brunnen über die Lage der Erdschichten, Quellen u. s. w.

(Von dem Königl. Geheimen Regierungs- und Baurath Herrn *Wutzke* zu Neustadt-Eberswalde.)

(Fortsetzung der Abhandlung No. 1. im ersten Hefte dieses Bandes.)

---

No. 34. Das linke Ufer des Memelthals ist von der Gegend von Tilsit ab bis zur Polnischen Grenze bei Schillenen nach meinen Beobachtungen streckenweise 60 bis 90 Fufs über dem Wasserspiegel der Ostsee hoch, und liegt theilweise im Abbruch. Man sieht deutlich die in früher Zeit durch Aufschwemmungen gelagerten Schichten von verschiedenartiger Erde, mit Geschieben von verschiedener Gröfse und Korn gemengt, aus welchen zum Theil, aus dem festen und röthlichen Lehmboden, eisenhaltiges Wasser rieselt, so dafs also auch hier die Erdrinde nicht aus gleichförmigen Aufschichtungen besteht, sondern eine gleichsam durch einander gemischte und geknetete Masse verschiedener Erd-Arten ist. Eine solche gemengte Masse ist in Ostpreufsen in der oberen Erdrinde die vorherrschende.

Auf dem rechten Thal-Ufer erheben sich nur einige Hügel, unter welchen der schon erwähnte Rombin, über den so viel geschrieben und gefabelt worden ist, nahe oberhalb Ragnit, der höchste ist. Er ist aus verschiedenen Erd-Arten gebildet.

Das Bett des Memelstroms wird auch hier durch Abschwemmung des abgedachten Bodens immer mehr mit Sand angefüllt, in welchen sich das strömende Wasser sein Bett, oft zum Nachtheil der Schiffahrt, formt. Der Hydrotechniker findet hier manche Gelegenheit, zur Erhaltung des Wasserweges Strombauwerke anzuwenden und dabei Erfahrungen zu sammeln.

Die Erhöhung der Erd-Oberfläche geschah hier theils natürlich, theils künstlich; das letztere kommt besonders in bewohnten Ortschaften vor, wie z. B. in der auf dem linken Ufer 10 bis 15 F. hoch über dem Memelstrom liegenden Stadt Tilsit.

No. 35. Als hier neben dem von den Deutschen Rittern im

Jahr 1289 erbauten Schlosse der Boden zur Fundamentirung eines steinernen Gebäudes, welches man bauen wollte, ausgegraben wurde, fand der Herr Stadtbaumeister *Werner* erst in einer Tiefe von 10 F. festen Lehmgrund. Die Erdmasse in der Oberfläche bestand aus Schütt-Erde; dann aus aufgeschwemmtem Boden, in Schichten von 1 bis 1½ Z. dick, und in 8 F. Tiefe fand man einen *Bohlen*boden eines Viehstalles, auf welchem der Dünger noch kenntlich war; ferner einige alte Fundamente; eine Kalkgrube, welche zum Löschen des Kalks gedient hatte, und eine ausgebohrte hölzerne Röhre. Diese Gegenstände waren in der Erde wohl nicht zu erwarten, und gaben ein Beispiel, wie sorgfältig der Architekt den Boden, auf welchen er dauerhaft bauen will, zu untersuchen habe. Die Zerstörung und Verschüttung der hier im Grunde so tief unter der Erdfläche liegenden Gegenstände ist allem Anscheine nach durch zerstörende Ueberschwemmungen aus dem nahe vorbeifliefsenden Memelstrome, wie sie dort noch oft vorkommen, geschehen, was auch die untern Schlickschichten anzeigen; und die Verschüttung mufs *schnell* geschehen sein, weil man die Baustücke nicht hinausgeschafft, sondern sie, weil sie wahrscheinlich schon vergessen waren, mit Füll-Erde beschüttet hat. Man sieht auch hier, wie die Zeit so Manches auf der Oberfläche der Erde vertilgt, und dafs, eben wie die natürliche, so auch die künstliche Erhöhung des Bodens zur Ebenung der Erd-Oberfläche beitragen.

No. 36. Entfernter vom Memelstrom, in der südöstlichen Gegend, fand der Herr Landbaumeister *Werner* aus Tilsit beim Graben eines Brunnens in dem zwischen Ragnit und Pilkallen nahe an der Quelle des Insterflusses 120 F. hoch über dem Wasserspiegel der Ostsee liegenden Dorfe Budweiten auf dem Hofe des Predigers im Jahr 1820 Damm-Erde 1 F. dick und dann einen feinen grauen Sand, mit etwas blauem Schluf gemengt, 59 F. tief, aus welchem der Wasserbedarf in den Brunnenschacht stieg und sich darin erhielt.

No. 37. In der Stadt Stallupöhnen, 136 F. hoch über der Ostsee, fand der Herr Bau-Inspector *Regge* aus Stallupöhnen beim Graben eines Brunnens Damm-Erde 3 F. tief, Lehm mit Sand-Adern durchzogen 8 F., Grand mit lehmiger Erde durchmengt 9 F. dick, darauf blauen Schluf mit Triebsand-Adern, zum Theil auch Acker-Erde, und nun eine Schicht gemengten Sand, zusammen 30 F. mächtig, aus welcher das Wasser 32 F. hoch in den Brunnen emporstieg.

No. 38. In der Stadt Pilkallen, 132 F. über dem Wasserspiegel der Ostsee hoch, besteht der Boden, wie Herr etc. *Regge* es beim Graben eines Brunnens fand, aus gelbem und rothem gemischten Lehm, mit Adern von Schluf und Kieselsteinen durchzogen, 20 F. tief; darauf folgten Grand- und Triebsand-Schichten, zusammen 30 F. mächtig, welche aber nicht wasserleitend waren, weshalb man noch 17 Fufs durch eine feste Lehmlage bohren mufste, wo sich dann der Bedarf an Wasser aus der nun gefundenen Sandschicht im Brunnenschacht sammelte und in denselben in die Höhe stieg.

No. 39. Auf dem Königlichen Domainen-Vorwerk Grumkowkeiten, nordöstlich von Pilkallen, fanden die Herren *Hildebrand* und *Regge* beim Vertiefen des 36 F. tiefen alten Brunnens durch 37 F. tiefes Bohren Sandboden mit grauem Lehm gemengt und darin das erforderliche Wasser, welches 17 F. hoch stieg und nachhaltig blieb. Der Boden liegt hier an mehreren Stellen 140 F. hoch über dem Wasserspiegel der Ostsee, besteht aus mittlem und schwerem Boden und dacht sich nach dem Inster- und Schirwindtflufs ab.

No. 40. Bei dem Brunnenbau auf dem Königl. Domainen-Vorwerk Göritten, westlich von Stallupöhnen, 139 F. hoch über dem Wasserspiegel der Ostsee, fanden die Herren *Hildebrand* und *Regge* Lehm von bräunlicher Farbe 20 F. tief. Es wurde noch 16 F. tief eine feste Lehmmasse bis auf eine Sandschicht durchbohrt, und aus dieser stieg das Wasser hinreichend in den Brunnenschacht in die Höhe.

Von hier, nahe an der Polnischen Grenze, liegt der Boden flach und bildet ein fruchtbares und gut angebautes Thal, durch welches sich der aus dem Wystiter See in Polen entspringende Pissaflufs durch Gumbinnen und bis zum Angerapflufs hinunterzieht, und in welchem auch das grofse Gestüt-Amt Trakehnen mit den dazu gehörenden Vorwerken liegt.

No. 41. Bei diesem Gestüte-Amt befand sich ein Brunnen, aus welchem das Wasser, vermöge des hydrostatischen Drucks aus der südlich liegenden Anhöhe, stets *überfloſs*. Um auch diese überfliefsende Wassermenge benutzen zu können, liefsen der Herr Landstallmeister *v. Burgsdorff* und Herr *Regge* den Brunnenschacht durch einen Aufsatz erhöhen; sie gewannen dadurch ein Gefälle zur Leitung des Wassers in Rinnen oder Röhren. Der beabsichtigte Zweck wurde völlig erreicht, durch ein Verfahren, welches auch bei manchen andern Brunnen anwendbar sein dürfte.

No. 42. Im Torfbruch bei Kiddeln, unweit Gumbinnen, fand der Hr. Ober-Torf-Inspector *Erhard* beim Graben eines Brunnens in der Tiefe von 5 bis 6 F. einige Stücke Bernstein, einige Pfeile, einen auf einer Seite mit einem Streifen gespaltenen Feuerstein, zum Schneiden eingefafst. Dann stiefs man auf eine Torflage von 2 F. dick und unter dieser auf eine Sandschicht, welche den Brunnen mit Wasser speisete.

No. 43. Die dortige Gegend hat früher durch zerstörende Kriege sehr gelitten. Sie hörten zwar vorübergehend im Jahr 1340 auf, wo ein sogenannter ewiger Frieden geschlossen wurde, der aber von keiner langen Dauer war, indem im Jahr 1410, nach der Tannenberger Schlacht, der Krieg von neuem begann. Sodann litt die Gegend später durch die Pest, welche von 1709 bis 1711 in Preufsen so wüthete, dafs sie das Land fast ganz entvölkerte. Unter dem Könige Friedrich Wilhelm I., welcher die aus ihrem Vaterlande, Glaubensmeinungen wegen, im Jahr 1732 vertriebenen evangelischen Salzburger in seinen Schutz nahm, siedelten sich diese hier in Litthauen an. Es wurde durch sie die Cultur in der dortigen Gegend verbreitet, und man sieht davon noch jetzt deutliche Spuren.

Es wurden damals auch mehrere Brunnen gegraben; jedoch nur mit Holz ausgekränzt oder eingefafst. Da viel Holz dazu gehörte, so war man darauf bedacht, den Bau der Brunnen von Steinen mehr im Allgemeinen einzuführen. Zu diesem Zweck wurden im Jahr 1800 auf Kosten der Staats-Verwaltung Bergleute aus Alvensleben verschrieben und in Ostpreufsen und Litthauen, besonders auf den Königl. Domainen- und Forst-Aemtern, um dem Publicum Beispiele zur Nachahmung zu geben, in Thätigkeit gesetzt. Es wurde auch dadurch der Zweck, die Brunnen von Feldsteinen, oder von Brunnenziegeln, und selbst Senkbrunnen einzuführen, erreicht; und das um so mehr, da sich einige dieser Bergleute als Brunnengräber in Ostpreufsen fest ansiedelten und nun hinreichende Beschäftigung fanden. Es ist zu bedauern, dafs damals die Aufschichtungen der verschiedenen Erd-Arten beim Eintiefen der Brunnen nicht näher beobachtet und Nachrichten darüber gesammelt worden sind.

No. 44. Auf dem Hofe des Regierungs-Conferenzhauses in Gumbinnen, 130 F. über der Ostsee, fanden Herr *Hildebrand* und die dortigen Baubeamten beim Eintiefen eines Brunnens zunächst Sandgrund 30 F. tief und darauf wasserhaltenden Sand, aus welchem schönes klares Wasser im Brunnenschacht in die Höhe stieg, hinreichend zum Bedarf.

No. 45. Auf dem Königl. Domainen-Amts-Vorwerk Buylien, eine Meile südlich von Gumbinnen, befand sich in früherer Zeit eine Röhrenleitung, welche das Wasser aus einem Sammelteich nach dem Brau- und Brennhause führte. Sie war im Jahr 1809 nicht allein schadhaft, sondern es war auch durch die Länge der Zeit ihre Lage und Richtung in der Erde so unbekannt geworden, dafs man das steinerne Amtshaus *darüber* gebaut hatte; weshalb denn die Wiederherstellung der Leitung nicht mehr Statt finden konnte.

Da ich von 1805 bis 1811 neben meiner Function als Wasserbau-Director auch die Direction über die Landbaue in dem südlichen Theile der Provinz Litthauen, von Gumbinnen ab bis zur Grenze bei Johannisburg, führte, so untersuchte ich diese Röhrleitung selbst und machte der Königl. Regierung in Gumbinnen den Vorschlag, anstatt derselben einen Brunnen, mit Feldsteinen eingefafst, durch die Alvenslebenschen Bergleute nahe am Brauhause graben zu lassen; welches auch genehmigt wurde.

Der Anlagepunct des Brunnens liegt 135 F. hoch über dem Wasserspiegel der Ostsee und 18 F. hoch über dem am Fufse der Anhöhe, auf welcher das Brauhaus liegt, sich hinschlängelnden kleinen Bach; mithin konnte man hier, den örtlichen Verhältnissen nach, hoffen, dafs kein tiefer Brunnen für den Wasserbedarf nöthig sein werde; allein es fand sich anders.

Der Brunnen wurde im Jahr 1809 in einen grauen Schluf und festen Lehm bis zum Mai 1810 71 F. eingetieft, ohne Wasser zu finden, so dafs der ganz geübte Brunnengräber schon anfing muthlos zu werden, und nicht Lust hatte, die äufserst schwierige Arbeit weiter fortzusetzen; wodurch denn aber sämmtliche schon aufgewendete Kosten verloren gewesen sein würden. Der Fall erforderte nun eine nähere Prüfung.

Ich untersuchte am 22sten Mai 1810 den Brunnen zur Stelle und ordnete noch ein tieferes Bohren in die undurchdringlich scheinende gleichförmige Schluf- oder graue Lehmmasse an. Am folgenden Tage, am 23sten Mai, wurde mir schon angezeigt, dafs beim Bohren aus dem Boden des Brunnens das Wasser so plötzlich in die Höhe gestiegen sei, dafs die Arbeiter sich nur mit Lebensgefahr hätten retten können, und jetzt fliefse das Wasser aus dem 71 F. tiefen und 53 F. unter den Wasserspiegel des Bachs und der Wiesenfläche eingetieften Brunnen *über* und ströme unaufhörlich in den 18 F. tiefer liegenden Bach. Ich eilte zur

Stelle, fand die Angabe richtig, und sahe also hier nun wieder, wie mifslich es für den Baumeister sei, die Tiefe eines Brunnens vorher bestimmen und eine richtige Vorausberechnung der Kosten davon machen zu wollen.

Der Wasserstand in diesem Brunnen hat sich in beständiger Höhe bis an die zur Ableitung bestimmte Oeffnung erhalten und betrug am 18ten März 1820, gemäfs der Verhandlung des Herrn Bau-Inspectors *Gause* (jetzt in Wittenberg), 68 F. innerhalb des Brunnens.

No. 46. In Gumbinnen, auf der Neustadt, fanden Herr *Hildebrand* und die dortigen Baubeamten beim Graben eines Brunnens in dem verschütteten alten Bette des Pissaflusses zunächst Humus-Erde und darin verfaultes Flöfsholz, nebst zerlegten Vegatabilien, 20 F. tief; darauf festen Thon 36 F. tief, und nun Wasser; welches aber unbrauchbar war.

No. 47. Auf dem Landgute Granden, nördlich von Gumbinnen, nahe bei dem ehemaligen Domainen-Amte Gerschkullen, fand Herr *Hildebrand* bei Vertiefung des 36 F. tiefen Brunnens, neben welchem das Terrain 117 F. hoch über dem Wasserspiegel der Ostsee liegt, 33 F. tief weichen Letten, und dann Wasser, welches heftig in den Brunnenschacht strömte, vegetabilische Substanzen, Blätter, Eicheln u. s. w. mit sich führte und 20 F. hoch in den Brunnen stieg. Allein bei der Anwendung zur Brennerei ergab sich bald, dafs das Wasser nicht nachhaltig und nicht hinreichend war. Auch stürzte, nach der Zuströmung des Wassers in den Brunnen, der Boden bis 20 F. weit von dem Brunnenschacht ein, weil das Wasser ihn unterwaschen hatte. Die Arbeiten an einem wasserhaltenden Brunnen wurden fortgesetzt, waren jedoch so schwierig, dafs sie die Aufmerksamkeit des Publicums erregten und dafs die Königl. Regierung zu Gumbinnen veranlafst wurde, den Fall näher untersuchen zu lassen. Es gelang endlich, nach vieler Mühe und mit vielen Kosten, den Wasserbedarf zu erzielen. Die Beschreibung des technischen Verfahrens bei diesem interessanten Brunnenbau übergehe ich, weil ich damals schon von Gumbinnen an die Regierung zu Königsberg versetzt war und also nicht mehr selbst den Gegenstand untersuchen konnte; auch weil ich nicht beabsichtige, hier technische Verfahren zu beschreiben.

No. 48. Auf dem, südlich von Gumbinnen, nahe am Rominteflufs und 206 F. hoch über dem Wasserspiegel der Ostsee liegenden Königl. Domainen-Vorwerk Kiauten (siehe die v. Schröttersche oder Engelhard-

sche Karte) fanden Herr *Hildebrand* und der Domainenbeamte beim Eintiefen eines Brunnens braunen und grauen Lehm, worin Feldsteine und Muschelkalksteine gemengt waren, auf 70 F. tief. Es wurde in die darauf folgende Schicht, die aus Lehm mit Sand-Adern bestand, noch 10 F. tief gebohrt, worauf nun das Wasser 77 F. hoch in den Brunnen stieg, und sich auch in diesem Stande erhalten hat.

No. 49. Beim Graben eines Brunnens auf dem Vorwerk Pabbeln bei Kiauten fanden Herr *Hildebrand* und der Herr Domainenbeamte den schon 68 F. tiefen Brunnen noch ohne Wasser. Es wurden die verschiesenen Erdschichten weiter 110 F. tief durchbohrt, und nun stieg das Wasser in den Brunnen 16 F. hoch und war zum Bedarf hinreichend.

No. 50. Auf dem Domainen-Vorwerk Kampischkehmen, $\frac{1}{2}$ Meile westlich von Gumbinnen, 130 F. über der Ostsee, trafen Herr *Hildebrand* und der Herr Kreisbaubeamte beim Graben des Brunnens Thon von grauer Farbe, aus welchem Tagwasser seigerte, auf 53 F. tief. Es mufste durch diese Erdmasse 110 F. tief gebohrt werden, worauf man eine Lage von grobem Sande fand, aus welcher hinreichendes Wasser zuströmte und in den Brunnen in die Höhe stieg.

No. 51. Bei der Straf-Anstalt bei Insterburg fanden Herr *Hildebrand* und der Regierungs- und Baurath Herr *Vogt* aus Gumbinnen beim Graben eines Brunnens, dessen oberer Punct 60 F. hoch über dem Pregel und 139 F. hoch über dem Wasserspiegel der Ostsee liegt, eine Ackerkrume von $1\frac{1}{2}$ F. tief; darauf Sand, mit Kalksteinen gemengt, 10 F. tief, eine eisenhaltige Lehmschicht 3 F., Sand und Kies, gemengt, 3 F., grauen und rothen festen Lehm, unten in grauen Sand übergehend, 36 F., eine Steinlage in eisenhaltigem Sande 2 F. dick, und zuletzt Sand, unten in Kies übergehend, 12 F. tief, worin der Brunnen, um den Wasserbedarf zu erlangen, noch 3 F. gesenkt wurde.

Bei dieser Straf-Anstalt wurden noch mehrere Brunnen gegraben und man fand auf dem kleinen Flächenraum dieselben Erd-Arten.

No. 52. In Insterburg, vor dem Schlofsthor, an der Grenze des Landguts Althof-Insterburg, fanden Herr *Hildebrand* und der Herr Kreis-Baubeamte, 120 F. über dem Wasserspiegel der Ostsee, beim Graben eines Brunnens Füll-Erde auf 10 F. tief, dann feinen fetten Töpferthon 6 F. tief, dann einige eisenhaltige Schichten 8 F. tief, und nun Sand, 6 F. tief, aus welchem das Wasser in die Höhe stieg.

No. 53. Auf dem Landgute Althof-Insterburg, 130 F. über dem Wasserspiegel der Ostsee, trafen Herr *Hildebrand* und der Herr Baubeamte beim Eintiefen eines Brunnens festen Lehmboden 23 Fufs tief, darauf Lehm, mit 3 F. dicken Sandschichten wechselnd, und unterhalb wasserhaltigen Sand, aus welchem der Brunnen gespeiset wurde, 60 F. mächtig.

No. 54. Auf dem Landgute Heisterbruch bei Insterburg fanden Herr *Hildebrand* und der Gutsbesitzer festen Lehmboden auf 10 F. tief, hierauf eine sehr weiche Lettenschicht an 6 F. dick, welche noch auf 15 F. tief durchbohrt wurde, worauf sich dann eine Quelle fand, die hinreichendes Wasser im Brunnen gab.

No. 55. Beim Graben eines Brunnens auf dem Landgut Didlaken, südlich von Insterburg, 140 F. über dem Wasserspiegel der Ostsee, fanden der Brunnengräber *Wohlfahrt* und der Gutsbesitzer *Wagner* im Jahr 1804 eine rothe Lehmmasse, mit mehreren Sand-Adern von brauner Farbe durchzogen, und in der Tiefe von 30 F. einige Stücke Bernstein über dem wasserhaltigen Grunde. Ich habe diese Bernsteinstücke gesehen.

Wir wenden uns von Insterburg westlich an den Deimefluss hin.

No. 56. In der Unterförsterei Baining, im Forstrevier Rathsgrenz, Forst-Inspection Labiau, 70 F. hoch über dem Wasserspiegel des Haffs und der Ostsee, welche beide fast gleich hoch stehen, fanden Herr *Hildebrand* und der Wasserbau-Inspector Herr *Cochius* aus Labiau beim Graben eines Brunnens folgende Erdschichten: Damm- oder Humus-Erde 1 F. tief, gelben Lehm 12 F., rothen Lehm 6 F., eisenhaltigen Lehm 2 F., eine Lage grofser Steine mit Kies gemengt 4 F., gelben, sehr festen Lehm mit Kieselsteinen 5 F. dick und nun ganz feinen Triebsand, in welchen der Brunnen 13 F. eingetieft wurde, aus welchem sich dann das Wasser zum Bedarf in dem Brunnenschacht sammelte.

Wir gehen wieder von Tapiau, wo sich der Deimefluss vom Pregelstrom abzweigt, auf das rechte Ufer des Pregels, bis nach Königsberg hinüber.

No. 57. Auf dem halben Wege, nahe an der Kunststrafse, in dem Landgute Wilkühnen, 90 F. über der Ostsee gelegen, fanden Herr *Hildebrand* und der Inspector des Guts beim Graben eines Brunnens festen Lehm, Schluf und mit Steinen gemengten Boden, und zwar so weit, als der schon vorhandene Brunnen tief war, 45 F. tief. Dieser gemengte

Boden ward noch 66 F. tief durchbohrt, worauf man eine Sandschicht fand, aus welcher das Wasser über 100 F. hoch in den Brunnen stieg.

No. 58. Auf dem am Pregelthal, 82 F. hoch über dem Wasserspiegel der Ostsee, 2 Meilen von Königsberg entfernt liegenden Königl. Domainen-Amt Waldau fanden Herr *Hildebrand* und der Landbaumeister Herr *Johansen* beim Graben eines Brunnens an der Branntweinbrennerei nahe beim Schlosse folgende Erdschichten: festen Lehm, mit grofsen Steinen gemengt und mit gelben und grauen eisenhaltigen Adern durchzogen, 15 F. tief, und darauf grauen Sand, der unten gröber war, auf einer festen Lehmschicht gelagert, aus welcher der Brunnen mit Wasser gespeiset wurde.

No. 59. In Preufsisch-Arnau, $1\frac{3}{4}$ Meilen von Königsberg, fand Herr *Hildebrand* beim Graben eines Brunnens, 76 F. über der Ostsee, einen festen Lehmboden, 29 F. tief, und darauf eine Sandschicht, aus welcher der Wasserbedarf in den Brunnenschacht in die Höhe stieg.

No. 60. Auf dem zum Waisenhause in Königsberg gehörigen Vorwerk vor dem Sakheimer Thor, 36 F. über dem Pregel und 72 F. über dem Wasserspiegel der Ostsee hoch, fanden Herr *Hildebrand* und der Bau-Inspector Herr *Schulz* beim Graben eines Brunnens gelben Lehm, mit Steinen und eisenhaltigem Sand gemengt, 30 F. tief, aus welchem das Wasser, hinreichend für den Bedarf, in den Brunnenschacht in die Höhe stieg.

Wir überschreiten nun das Pregelthal und die sich darin hinunterziehenden beiden Strom-Arme nach dem linken Thal-Ufer hinüber.

No. 61. Auf dem Windmühlen-Etablissement vor dem Friedländer Thor bei Königsberg, 20 F. über dem Wasserspiegel der Ostsee liegend, fanden Herr *Hildebrand* und der Grundbesitzer beim Graben eines Brunnens folgende Erdschichten: Damm- und Humus-Erde 2 F. tief, darauf rothen Sand mit Steinen gemengt 3 F. hoch, festen rothen eisenhaltigen Lehm und Steingerölle 8 F. dick, Sand und Kies $1\frac{1}{2}$ F., festen Lehm 6 F., feinen Sand 3 F., eine Lehmlage 1 F. dick und hierunter groben Sand, aus welchem das Wasser in den Brunnen stieg.

Ein zweiter Brunnen in dortiger Gegend, am Abhange des Ufers im Pregelthal, wurde 28 F. eingetieft. Man fand ähnliche Erdschichten und auf 29 F. Tiefe eine wasserhaltige Sandschicht, aus welcher sich so viel Wasser im Brunnenschacht sammelte, als zum Bedarf nöthig war.

No. 62. Auf dem vor dem Friedländer Thore von Königsberg an der Kunststrafse im Jahr 1824 erbauten Chauseégeld-Einnahme-Etablisse-

ment, welches 33 F. hoch über dem Wasserspiegel der Ostsee liegt, fanden der Herr *Hildebrand* und der dermalige Bauconducteur Herr *Steinke* festen röthlichen Lehm, 10 F. mächtig, darauf Kies, mit Grand durchzogen, 6 F. dick, auf festem Lehmboden gelagert, aus welchem Kiese hinreichendes Wasser in den Brunnen seigerte.

No. 63. Bei dem Wegewärter-Etablissement am westlichen Ende des Dorfes Ludwigswalde, an der Bartensteiner Kunststrafse, 1 Meile von Königsberg, 61 Fufs hoch über der Ostsee, trafen Herr *Hildebrand* und der damalige Bauconducteur Herr *Schröder* beim Graben eines Brunnens grauen, lehmigen, mit Wasser geschwängerten Boden 22 F. tief, aus welchem das Grundwasser durchbrach und 18 F. hoch in den Brunnen stieg.

No. 64. Auf dem Gute Ottilienhof, unweit Ludwigswalde, 70 F. über dem Wasserspiegel der Ostsee hoch, beim Dorfe Gollau, an der Strafse nach Kreutzburg, 2 Meilen von Königsberg, wurde von Herrn *Hildebrand* der alte in dem festen grauen Lehmboden 50 F. tiefe Brunnen, da er den Wasserbedarf nicht lieferte, noch 20 F. in der gleichen Erd-Art tiefer gebohrt; worauf nun das Wasser bei anhaltend nasser Witterung fast aus dem Brunnen überlief, bei anhaltend trockenem Wetter dagegen bis auf 40 F. fiel; was den Beweis gab, dafs dort keine reichhaltige Quellen im Grunde vorhanden sind.

No. 65. Beim Eintiefen eines Brunnens auf dem Gute Tharau, unweit der Bartensteiner Kunststrafse, 2 Meilen südlich von Königsberg, und 104 F. 3 Z. über dem Wasserspiegel der Ostsee hoch, fanden Herr *Hildebrand* und der Gutsbesitzer beim Graben eines Brunnens folgende Erdschichten: weifsen Triebsand 20 F. tief, festen Lehm, mit Steinen gemengt und mit eisenhaltigen Adern durchzogen, $1\frac{3}{8}$ F. dick, und darauf Kies, mit Quellsand, $2\frac{3}{4}$ F. tief, aus welchem der Brunnen hinreichendes Wasser erhielt.

No. 66. Auf dem Vorwerk Lindenau, zum Landgute Barten gehörig, unweit des Pregels, 3 Meilen von Königsberg und 63 F. über dem Wasserspiegel der Ostsee hoch, liefs der Gutsbesitzer durch Herrn *Hildebrand* den alten 22 F. tiefen Brunnen, der nur durch Tagwasser gespeiset wurde, in blauem, festem Thon, mit 1 bis $1\frac{1}{2}$ F. starken Triebsandschichten durchzogen, bis auf 47 F. vertiefen, ohne hinreichendes Wasser zu bekommen. Man entschlofs sich darauf, den Grund, um Wasser zu er-

langen, zu durchbohren, allein man traf auf blauen, schlufartigen Thon, und nachdem man darin 35 F. tief gebohrt hatte, ohne den Zweck zu erreichen, mufste man sich mit dem höher gefundenen Wasser begnügen.

No. 67. Auf dem Schlofshofe zu Barthen, bei Friedrichsstein, $3\frac{1}{2}$ Meilen von Königsberg, 70 F. über der Ostsee hoch, fanden Herr *Hildebrand* und der Gutsbesitzer beim Graben eines Brunnens Füll-Erde 6 F. tief, schlufigen Lehm, aus welchem viel Tagwasser seigerte, 18 F. tief, und nun festen blauen Thon 36 F. dick, der nicht weiter aufs Ungewisse durchbohrt wurde. Man begnügte sich mit dem im Brunnen gesammelten Wasser.

No. 68. Auf dem Vorwerk Ackerau, beim Dorfe Fuchsberg, zum Landgut Barthen gehörig, 75 F. hoch über dem Wasserspiegel der Ostsee, fanden Herr *Hildebrand* und der Gutsbesitzer beim Graben eines neuen Brunnens reinen festen Lehm 21 F. dick, und dann reinen, feinen Triebsand 24 F. tief, aus welchem hinreichendes Wasser in den Brunnenschacht in die Höhe stieg.

No. 69. Bei dem Oberförster-Etablissement Gauleden, auf der linken Seite des Pregels, westlich von Tapiau, 80 F. hoch über der Ostsee, fanden der Forstbeamte und der Kreis-Baubeamte bei dem Graben eines Brunnens gelben Lehm mit einigen Mergelschichten und mit kleinen und grofsen Feldsteinen durchmengt, 19 F. mächtig, und darauf gemischten Sand, in verschiedenen Schichten, aus welchen das Wasser in den Brunnen 7 F. hoch stieg und in diesem Stande sich auch erhalten hat.

No. 70. Auf dem Vorwerk Rageutschen bei Gurgeitschen, zwischen Insterburg und Darkehmen, am Auxinflufs, 200 F. über dem Wasserspiegel der Ostsee hoch, fanden Herr *Hildebrand* und der Kreis-Baubeamte bei Verfertigung eines Artesischen Brunnens eine feste graue Thonlage 113 F. mächtig, und dann eine wasserhaltige Sandlage, aus welcher das Wasser hinreichend in die Höhe stieg.

No. 71. Auf dem Königl. Domainen-Vorwerke bei der Stadt Barthen fand der Landbaumeister Herr *Felisch* aus Barthen bei dem Graben eines Brunnens in wechselnden Lehm- und Sandschichten auf 30 F. tief Wasser, welches höher steht, als in der, das Vorwerk umgebenden Tiefe.

Nach den Beobachtungen des Herrn Landbaumeisters *Felisch* hat man in dortiger Gegend, bei Barthen und Rastenburg, beim Eintiefen der Brunnen in die Erdrinde, deren Oberfläche gröfstentheils an 400 F. hoch über

dem Wasserspiegel der Ostsee liegt, oben eine Schicht Damm- oder Humus-Erde von 1 bis 1½ F. dick gefunden; dann Lehm, mit Sand-Adern oder Schichten durchzogen, und dann gewöhnlich wasserleitenden Sand, oft in einer Tiefe von 60 F., aus welchem die Brunnen gespeiset werden.

No. 72. In dem Dorfe Gölbsch, zwischen Rastenburg und Schippenbeil, bemerkten Herr *Felisch* und ich einen Brunnen auf einer kleinen Insel in einem Teich, worin das Wasser *über* den Wasserspiegel des Teichs mehrere Fufs hoch steigt, vermöge des hydrostatischen Drucks aus den entfernt liegenden Anhöhen, und sich auch stets, nach dem Zeugnifs des Herrn *Felisch*, so erhält. Dies zeigt, dafs eine Quelle die Lehmmasse durchbrochen hat, und so durch den Druck nach dem Gesetz des Gleichgewichts in die Höhe steigt und sich nun im Verhältnifs des Drucks im Beharrungstande erhält.

No. 73. Auf dem Landgute Pionken, zwischen Angerburg und Nordenburg, am Abhange einer Anhöhe, 415 F. über dem Wasserspiegel der Ostsee hoch, fanden Herr *Hildebrand* und der Kreisbaubeamte beim Graben eines Brunnens festen Thon auf 100 F. tief. Man bohrte in dieselbe Erdmasse noch 53 F. tief ein, so dafs man 153 F. tief eingedrungen war. Hier stiefs man auf eine Lage grofser Steine, die nicht aus dem Wage geschafft werden konnten; weshalb man den Brunnen aufgeben mufste. Von diesem Brunnen 550 F. entfernt liegt ein See von 5 Morgen grofs, und 40 F. im Wasserspiegel niedriger, als die Oberfläche des Bodens, in welchen der Brunnen eingetieft ist. Es zeigt sich also, dafs hier der für das Wasser undurchdringliche Boden das Durchseigern des Wassers nach dem Brunnen verhindert.

No. 74. Wir wenden uns von der Stadt Nordenberg westlich, nach der 450 F. über dem Wasserspiegel der Ostsee liegenden Stadt Landsberg (Siehe die v. Schröttersche oder Engelhardsche Karte).

Hier befinden sich auf dem Gute Klein-Stegen, unweit der Stadt, in einem Garten zwei Höller (ausgegrabene Wasserbehälter), die aus Quellen gespeiset werden. Unweit dieser Höller wurde auf dem 20 F. höher liegenden Wirthschaftshofe neben dem Brau- und Brennhause, um Wasser zu bekommen, ein Brunnen gegraben. Herr *Hildebrand*, der Gutsbesitzer und der Herr Landbaumeister *Rehefeld* fanden zunächst magern Lehm auf 20 F. tief; darauf folgte eine wasserhaltige Sandlage, aus welcher der Brunnen, von 32 F. Tiefe, so wie auch die Höller, hinreichend gespeiset wurden. Hier also war der früher allgemein angenommene Satz,

dafs man nur einen Brunnen so weit eintiefen dürfe, als das zunächst stehende Gewässer steht, richtig.

No. 75. Auf dem Vorwerk Sophienhoff, ¼ Meile von Stegen und 60 F. höher liegend, fanden Herr *Hildebrand,* der Grundbesitzer und der Landbaumeister Herr *Rehefeld* beim Eintiefen eines Brunnens blauen, mit Steinen durchmengten festen Schluf 150 F. tief; darauf eine mit kleinen Kieseln und Steinen, bis zu 1½ Ctr. schwer, durchmengte Schicht groben Grand, 1½ F. mächtig; unter dieser weichen, schlufigen Boden, worin sich Stümpfe und Wurzeln von Bäumen befanden, 12 F. mächtig, und dann einige dünne, vom Wasser aufgeschwemmte Schlickschichten, und festen Lehm, der 36 F. tief durchbohrt werden mufste; worauf eine Kiesschicht folgte, die das nöthige Wasser zum Brunnen gab, welches jedoch nicht hoch stieg.

No. 76. Auf dem Gute Wildenhoff bei Landsberg fanden Herr *Hildebrand* und der Landbaumeister Herr *Johansen*, letzterer besonders mit der Beobachtung beauftragt, beim Graben eines Brunnens in dem 507 F. hoch über dem Wasserspiegel der Ostsee liegenden Boden 4 F. Füll-Erde; darauf dunkelgrauen festen Lehmboden, mit dünnen Sandschichten durchzogen, 66 F. mächtig, und dann weifsen Triebsand 5 F. dick, aus welchem das Wasser 9 F. hoch in den Brunnen empor stieg.

Wir gehen nun von Landsberg ab in die wellenförmige Gegend bis zu der Stadt Ortelsburg, die 452 F. hoch über der Ostsee liegt und wo seit 1809 mehrere Brunnen unter amtlicher Aufsicht und Beobachtung der Erdschichten *gegraben* worden sind.

No. 77. In Ortelsburg fand der Landbaumeister Herr *Schimmelpfennig* aus Neidenburg beim Eintiefen eines Brunnens auf dem Grundstück des Accise-Einnehmers Schiechert folgende Erdschichten: Damm- oder Humus-Erde 4 F. dick, grauen mergelartigen festen Lehm, 62 F. tief und dann blauen Thon, mit kleinen Steinen gemengt, aus welchem das Wasser in den Brunnenschacht 54 F. hoch empor stieg.

No. 78. Beim Graben eines Brunnens im Dorfe Olschinen, östlich von Ortelsburg, auf dem Hofe des dortigen Pfarrers, 386 F. hoch über dem Wasserspiegel der Ostsee, fanden der Herr *Schimmelpfennig* und der Pfarrer *Getzuhn* folgende Erdschichten: schwarzbraune Damm- oder Garten-Erde 3 F. tief; rothen Lehm, mit Sand-Adern durchzogen und mit kleinen Steinen gemengt, 10 F. tief; bläulichen Lehm, mit Steinen von ver-

schiedener Gröfse, 13 F. tief; schwarze mit Sand gemengte Erde 10 F. dick; blauen Lehm, mit kleinen Steinen gemengt, 2 F. dick, und unter diesem eine $\frac{3}{4}$ F. dicke ockerhaltige Schicht von groben röthlichem Sande. Als diese durchbrochen war, stieg das Wasser in den Brunnen 9 F. hoch.

No. 79. Im Dorfe Skurpien, Amts Soldau, 315 F. hoch über dem Wasserspiegel der Ostsee, fanden der Herr *Schimmelpfennig* und der Amtmann beim Graben eines Brunnens schwarze Erde 2 F. tief, rothen Lehm 42 F. mächtig, Mergel, von einigen feinen Lehmschichten durchzogen, 30 F. tief, grofse Steine in einer Schicht Mergel von 6 F. dick, darauf schwarze Erde, mit Wurzeln torfartig durchwebt; und nun folgte Triebsand, mit einem Wasserstande von 3 F. hoch, welcher sich auch erhalten hat.

(Die Fortsetzung folgt.)

# 8.

# Beschreibung des Dogenpallastes zu Venedig. *)

(Von dem Herrn Ober-Baumeister *Engelhard* zu Cassel in Hessen.)

Seitdem die zehn Bücher *Vitruvs* über die Baukunst allgemein bekannt und ihre mannigfaltig trefflichen Lehren angenommen worden sind, ist es in den architectonischen Lehrbüchern üblich gewesen, die Entstehung der bedeutenderen und gröfseren Gebäude von den kleineren, älteren, also die Architectur des Pallastes aus der Bauart der Hütte abzuleiten. Bei der Bauart der Indier, Aegypter und Griechen lassen sich gegen eine solche, der Wahrscheinlichkeit angemessene Ableitung schwerlich *historische* Beweise aufbringen, weil zu wenig von den Bauwerken dieser Völker noch übrig ist. Aber für die Architectur der neuern Zeiten, nemlich der Zeiten nach dem Verfall des römischen Reiches, ergiebt sich, dafs wohl eher umgekehrt die Bauart der Hütte aus der Bauart des Pallastes entstanden sein mag.

Grofse, mit Aufwand, aus prächtigen Materialien, mit reichen Verzierungen und in grandiosen Verhältnissen aufgeführte Gebäude geben die Muster der Bauart eines Volks für Jahrhunderte, und es treten solche Gebäude plötzlich wie magische Erscheinungen in der Geschichte hervor. Ohne dafs sie kleineren Gebäuden älterer Zeit wesentlich verwandt und durch dieselben vorbereitet wären, schliefsen sie sich immer irgend einem bedeutenden Aufschwunge des Volkes und einem grofsen Ereignisse in dessen Geschichte an; am häufigsten religiösen Ereignissen. So ist das Parthenon als das Vorbild unzähliger kleiner Tempel der Art in Griechenland, Sicilien und Unter-Italien anzusehen; und die altrömische Architectur, wenn schon sie in ihren Elementen aus der Architectur der gröfsern griechischen Tempeln entsprossen sich zeigt, nimmt doch in ihren

*) Es erscheint in der Reimerschen Buchhandlung, zugleich mit diesem Journal-Hefte, eine sauber lithographirte perspectivische Zeichnung der Hauptseite des Dogen-Pallastes in Venedig, welche der Herr Verfasser der gegenwärtigen Beschreibung dieses Gebäudes von demselben an Ort und Stelle verfertigt hat. Dieses Blatt, von bedeutender Gröfse, wird in allen Buchhandlungen das Exemplar zu 1 Thaler und zusammen mit einem besondern Abdruck der hier folgenden Beschreibung für 1 Thaler 5 Silbergroschen zu haben sein.

characteristisch-römischen Eigenthümlichkeiten ihre Vorbilder hauptsächlich von den prächtigen Bädern her, die unter den ersten Kaisern errichtet wurden. Noch viel auffallender sind solche Abstammungen in den uns näher rückenden Perioden.

Die ersten christlichen Kirchen waren bekanntlich römische Basiliken; und die Bauart der Basiliken hat bis auf unsere Zeiten auf die Bauart aller christlichen Kirchen den entschiedensten Einfluſs gehabt, besonders in der eigentlich architectonischen Anordnung, indem sich die Ornamentirung nach einem Gebäude richtete, welches die Nachahmung einer Kirche war, die von ihrem Erbauer, als eigentlich erstes Musterbild eines christlichen Tempels, aufgeführt wurde, nemlich nach der Sophienkirche in Constantinopel, welcher auch die Marcuskirche in Venedig nachgebildet wurde; denn von der Marcuskirche ist die ganze Ornamentirung der byzantinischen Kirchen im Occident entlehnt, wenngleich ihre Haupt-Anordnung, als sehr schwierig und kostspielig, nur in wenigen italienischen Kirchen Nachahmung fand. Man muſs jedoch hiebei die ursprüngliche Verzierung der Marcuskirche von ihrer späteren Umänderung unterscheiden, da diese in einer weit späteren Periode und im sogenannten neugothischen Style geschah. Dagegen haben in der Haupt-Anordnung manche byzantinische Kirchen des Occidents Aehnlichkeit mit der Marcuskirche, wenn man nur die Kuppeln wegläſst, deren Construction späterhin, im Mittelalter, nicht leicht nachgeahmt werden konnte.

Es würde für die Kunstgeschichte wichtig sein, wenn man mit gleicher Sicherheit unter den sogenannten neugothischen Kirchen eine, oder einige auffinden könnte, die entschieden als ein Vorbild der übrigen zu bezeichnen wären; aber hier zeigt sich eine andere Erscheinung: nemlich, daſs eine Menge prächtiger und groſser Kirchen fast *gleichzeitig* entstanden, und zwar ohne Zweifel hervorgerufen und geschaffen durch eine weit verbreitete Architectenschule, die sich über den ganzen Occident, nur nicht nach Italien, ausgedehnt zu haben scheint; denn in allen übrigen Ländern erkennt man an den sogenannten neugothischen Gebäuden guter Zeit, wenn man von denselben spätere Veränderungen und Zusätze abschneidet, ein gewisses *System*, oder, wenn der Ausdruck erlaubt ist, eine gewisse Regelfestigkeit, die man an den italienischen Gebäuden jener Zeit vermiſst, wenngleich an denselben Ornamente und Zusammensetzungen, die aus der Architectur des übrigen Occidents entlehnt sind, häufig

vorkommen. Zu jener Architecten-Schule scheinen viele Deutsche gehört zu haben; und es ist bekannt, dafs deren viele auch im Auslande thätig gewesen sind. Dafs aber die Schule von deutschen Architecten *gestiftet* sei, und dafs die sogenannte neugothische Bauart die *altdeutsche* genannt werden könne: dafür ist uns kein überzeugender Grund bekannt, und man mufs also Bedenken tragen, eine Benennung gut zu heifsen, welcher so sehr der Umstand widerspricht, dafs in England, Frankreich, Spanien und Portugal zahlreiche Gebäude von dieser Bauart vorkommen, die wenigstens eben so vorzüglich sind, als die in Deutschland befindlichen, die aber im Styl so sehr übereinstimmen, dafs man vielleicht in einem kleinen hessischen Dorfe an einer Kirche Verzierungen findet, z. B. durchbrochene Fenster, ganz von derselben Form und mit denselben Ausladungen, gleichsam wie nach derselben Chablone gemacht, wie an einer Kirche in Portugal. Findet sich dagegen eine Aehnlichkeit in dergleichen an einem italienischen Gebäude, so ist es eben nur eine Aehnlichkeit, nicht eine Gleichheit.

Nun aber ist es wieder überraschend, dafs für *weltliche* Gebäude in gemischtem gothisch-italienischen Style *ein Vorbild* existirt, von welchem unzählige Nachahmungen, nicht allein in seiner nächsten Nachbarschaft in Italien, sondern, aufser durch ganz Italien, auch häufig in einzelnen Theilen von Deutschland, und besonders in der Schweiz und in Böhmen vorkommen. Jenes Musterbild ist der *Dogenpallast zu Venedig.* Derselbe ist ein Gebäude von so entschiedener Originalität, von so bedeutender Pracht, so ausnehmender Zierlichkeit, und von so grofsartigen Verhältnissen, dafs nicht leicht Jemand in Venedig gewesen sein wird, auf welchen es nicht den günstigsten Eindruck gemacht hätte.

Dieser Dogenpallast mufs als das Vorbild, nicht nur der kleineren, in jener Zeit erbauten Palläste venetianischer Edeln betrachtet werden, sondern er ist auch bei den Residenzen anderer italienischer Fürsten, z. B. dem alten herzoglichen Pallaste zu Mantua nachgeahmt worden; und unzählige kleinere Palläste auf dem festen Lande von Italien sind gleichsam ihm entsprossen: besonders im ehemaligen venetianischen Friaul und in der Lombardei; wo Padua vorzüglich reich an dergleichen Gebäuden ist. Dort findet sich z. B. der schöne Pallast Mandruzzato, der, wenn auch nicht grofs, doch in anmuthiger Zierlichkeit seines Gleichen sucht. Auch besonders verwandt sind ihm jene zierlichen Bogengänge vor den Häu-

sren der lombardischen Städte, und die, freilich etwas plumperen, in mehreren böhmischen und schweizerischen Orten.

Schade ist es, dafs sich der Dogenpallast nicht mehr in seiner ursprünglichen Eigenthümlichkeit vollständig erhalten hat. Seine Façaden nach der Hofseite sind in einem viel neueren Style verziert; die beiden Hauptfaçaden, nemlich die nach dem Molo und nach der Giudecca (dem Hafen von Venedig), so wie diejenige an der Seite des kleineren Marcusplatzes, sind jedoch noch so weit erhalten, dafs es, wenigstens an Ort und Stelle, leicht ist, sich dieselben in Gedanken in ihrem früheren Zustande herzustellen. Diese beiden, einen rechten Winkel mit einander bildenden Façaden liegen ganz frei, und fallen *so* sehr günstig in die Augen; ein dritter Flügel, der an dem engen, mit Gebäuden umstellten Canal Del-Orfano steht, ist dagegen weniger übersehbar. Die Marcuskirche schliefst mit ihrer linken Seite das Viereck, so, dafs dadurch der innere Hof des Pallastes von allen Seiten geschlossen wird. Dieser Hof, mit den ihm umgebenden Säulenhallen, ist die Börse von Venedig. An der vierten Seite des Hofes, vor der Marcuskirche, liegt eine prächtige Freitreppe aus weifsem Marmor, nicht von gothischer Bauart, sondern im Style der Renaissance, von Sansovino sehr reich verziert. Dieselbe führt von dem Hofe in das zweite Stockwerk des Pallastes und zeigt sich beim Haupt-Eingange, welcher zwischen der Marcuskirche und dem Dogenpallaste liegt und aus einer Bogenhalle besteht, in einem sehr günstigen Licht. Die Bogenhalle des grofsen Einganges ist später als das übrige Gebäude gebaut; sie wurde im Jahre 1439 zur Zeit des Dogen Francesco Foscari errichtet und die Treppe Sansovinos wurde durch die Aufstellung der beiden colossalen Statuen des Mars und des Neptuns im Jahre 1566 vollendet.

Der Dogenpallast hat vier Stockwerke. Das untere Stockwerk wird von einer Säulenhalle gebildet, welche grofse, offene Spitzbogen mit Kreuzgewölben trägt. Ehemals sollen diese Bogenhallen unter das Gebäude hindurch gegangen sein, so dafs man von dem Molo und dem kleinen Marcusplatze unter das Gebäude hindurch in den Hof sehen konnte; was aber vor, oder zu der Zeit, als der grofse Eingang neben der Marcuskirche gebaut wurde, verändert worden sein mufs, weil sonst jener Eingang zwecklos gewesen wäre. Die Bogenhallen haben sehr an ihrer Schönheit verloren, dadurch, dafs, als sie schon standen, der Marcusplatz

und der Molo erhöht worden sind, so dafs der untere Theil der Säulen und ihre Basen jetzt vom Fufsboden bedeckt werden.

Bei der Abbildung von Gebäuden werden nicht selten die Eisenconstructionen in solchen Bogenhallen weggelassen, weil sie aus einiger Entfernung wegen der geringen Dicke der Stangen doch nicht mehr sichtbar sind: sie sind aber *hier* für die Construction sehr wesentlich, denn sie sind auf eine Art angebracht, dafs sie den günstigen Eindruck der Bogen nicht stören; sie sind nemlich unter der Platte der Knäufe herum gekröpft, so dafs sie gleichsam eine Ausladung dieser Platte bilden und genau in der Linie eines mittleren Querdurchschnitts der Capitäle die Bogenhallen der Länge nach zusammenhalten, während etwas höher liegende Eisenstangen, nach der Tiefe des Gebäudes quer durch die Kreuzgewölbe laufend, die einzelnen Säulen mit dem Innern des Gebäudes verbinden.

Säulenhallen und Bogengänge vor den Häusern und Pallästen und an Strafsen und Plätzen, waren das Characteristische der Bauart in der Lombardei im Mittelalter und in der neueren Zeit; es finden sich deren daselbst von byzantinischer, italienisch-gothischer und moderner Bauart; sie waren auch in den alten griechischen und römischen Städten nicht selten; wie es unter andern der Marktplatz von Pompeji zeigt; sie können also keinesweges vom Pallaste des Dogen zu Venedig abgeleitet werden, wenn schon sie sich hier mit grofser Pracht und in majestätischen Verhältnissen zeigen. Sie wurden aber durch dieses grandiose Beispiel vielleicht gleichsam sanctionirt, und es giebt nun unzählige Nachahmungen davon in ähnlichen Formen wie an dem Dogenpallaste, nicht allein in den lombardischen Städten, sondern auch in der Schweiz, in Böhmen und in den an das Venetianische grenzenden Provinzen des östreichischen Kaiserstaats. Die Nachahmungen in Deutschland sind gewöhnlich etwas schwerfälliger, als die italienischen Vorbilder. Das Motiv der Entstehung der Hallen ist offenbar kein anderes, als Schutz gegen Regen und Sonnenschein zu gewähren; sie sind fast allgemein in den Klosterhöfen, die wiederum Nachahmungen der Höfe in den altgriechischen und altrömischen Häusern und Pallästen waren.

Der Blick durch diese Bogenhallen hier, unter das Gebäude hin, mufs etwas sehr Eigenthümliches gehabt haben. Man kann aber nicht umhin, zu vermuthen, dafs das Durchgehen der Bogenhallen sich doch nur auf einzelne Stellen beschränkt habe, weil sonst die Festigkeit des

Gebäudes dadurch gelitten haben würde und der Anblick nur mehr seltsam als schön gewesen wäre.

Wenn nun gleich Bogenhallen in untern Stockwerken nichts Ungewöhnliches sind, so ist es doch etwas sehr Ungewöhnliches, dafs sich, wie hier an dem Dogenpallaste, über denselben, im zweiten Stockwerke, eine zweite Reihe kleinerer, halb so breiter Hallen befindet, die hier ungemein prächtig verziert sind. Sie stehen regelmäfsig über den unteren Bogen, und zwar so, dafs jedesmal nicht nur auf die unteren Säulen, sondern auch auf die Scheitel der Spitzbogen, Säulen der oberen Hallen treffen. Hiedurch mufste nothwendig die Mitte des ganzen Gebäudes verschoben werden, wenn man nicht eine Säule in die Mitte nahm. In der That steht an der Hauptfronte in der geometrischen Mitte des oberen Stockwerks eine Säule, und rechts und links von derselben sind 17 Bogen-Oeffnungen; aber das grofse Fenster im dritten Stockwerk, welches einen Balcon hat, steht mit seiner Mitte auf der Mitte des 18ten Spitzbogens des zweiten Stockwerks, so dafs eine durch die beiden Scheitelpuncte dieser Bogen des zweiten und dritten Stockwerks gezogene Verticallinie nicht auf den Scheitel des Bogens im unteren Stockwerke, sondern neben denselben trifft; was also eine Unregelmäfsigkeit giebt, die jedoch in der Wirklichkeit nicht so sehr auffält, als man glauben sollte. Sie hätte leicht vermieden werden können, wenn die Säulen der Hallen des zweiten Stockwerks nicht auf die Schlufssteine der untern Bogen gesetzt, sondern so gestellt worden wären, dafs die Spitzen der Bogen des zweiten Stockwerks abwechselnd auf die Spitzen der untern Bogen und auf die sie tragende Säulen trafen. In der sogenannten neugothischen Architectur des Nordens wäre die Schiefheit nicht vorgekommen: bei der italienisch-gothischen Bauart ist sie characteristisch, und oft mehr als ungezwungen.

Sehr auffallend ist es, dafs unter den Bogenhallen des ersten und zweiten Stockwerks, an der Hauptfaçade nach dem Hafen zu, regelmäfsig weder Fenster noch Thüren sich befinden. Von letzteren finden sich zwar einige, aber sie stehen ganz unregelmäfsig und scheinen erst in späterer Zeit gemacht zu sein. Es erklärt sich dies jedoch, wenn man erfährt, das hinter den Bogenhallen des zweiten Stockwerks Archive angebracht sind, die mehr gesichert waren, wenn sie keine Fenster oder Zugänge von Aufsen hatten. Unter den Hallen des Flügels nach dem kleinen Marcusplatze sind die daselbst befindlichen Oeffnungen mit Eisen vergittert.

Die innern Seiten der beschriebenen beiden Stockwerke der älteren Flügel des Pallastes haben ähnliche Bogenhallen, aber von modernisirter Form. An dem dritten, neueren Flügel finden sich dergleichen ebenfalls. Die Bogen und Säulen des zweiten Stockwerks entsprechen denen des untern. Es stehen jedoch im oberen Stockwerk nicht je zwei Bogen über einem unteren. Im unteren Stockwerk sind halbkreisförmige Bogen, während die Säulen im zweiten Stockwerk Spitzbogen tragen. Diese Säulen bestehen aus einer Gruppirung von vier runden Schaften, welche einem Pfeiler angeblendet sind, während man im unteren Stockwerke achteckige Pfeiler mit abgerundeten Kanten sieht.

Das eigentliche Hauptstockwerk des Pallastes ist das *dritte*. Es hat an der Seite nach dem Molo hin jenen grofsen Saal, in welchem sich ehemals der grofse Rath der Republik Venedig versammelte. Dieser Saal ist 88 bis 89 Fufs tief und 176 bis 178 Fufs lang (Casseler Maafs) [Ein Casseler Fufs ist etwa 11 Duod.-Zoll Preufsisch. D. H.], also doppelt so lang, als breit. Er hat nicht mehr seine ursprüngliche innere Auszierung. Die darin gemachten Veränderungen haben auch eine wesentliche Einwirkung auf die Façade gehabt. Es sind nemlich die drei grofsen Bogenfenster, rechts vom Balcon, der die Mitte des Gebäudes ziert, und ein Bogenfenster links von demselben, in die Höhe gerückt und ihrer durchbrochenen Verzierungen beraubt worden; was im Aeufsern sehr störend ist. Man findet an Ort und Stelle Spuren, welche diese Veränderung aufser Zweifel setzen. Um sich daher die Ansicht des Pallastes in ihrer ursprünglichen Gestalt vorzustellen, mufs man die in die Höhe gerückten Fenster, den beiden erhaltenen gemäfs, restauriren. Ohne Zweifel hatte man die Absicht, auch noch die übrigen Fenster höher zu setzen; was aber durch zufällige Umstände späterhin mag verschoben oder verhindert worden sein.

Das vierte Stockwerk ist am wenigsten zierlich. Die kreisrunden Fenster, ohne andere Verzierungen als einige Gliederungen zur Einfassung, sind klein und stehen unregelmäfsig; was dem oberen Theile des Pallastes ein etwas schwerfälliges Ansehn giebt. Wenn man aber die Seiten-Ansicht, nach dem Canal Del-Orfano hin, betrachtet, so findet man hier über den grofsen Bogenfenstern des dritten Stockwerks, im vierten, zierliche Spitzbogenfenster, von geringerer Gröfse, als die des dritten Stockwerks, aber zum Theil paarweise gruppirt; und wenn es auch nicht geradezu erweislich sein dürfte, dafs dergleichen Fenster auch an

der vorderen Fronte statt der kreisrunden vorhanden gewesen sind, so ist solches doch sehr wahrscheinlich, indem es nicht glaublich ist, dafs das obere Stockwerk der Haupt-Ansicht unbedeutendere Fenster gehabt hätte, als die Seiten-Ansicht am Canal; auch sind im Hofe, im vierten Stockwerke, mehrere ähnliche Fenster vorhanden.

Das dritte und vierte Stockwerk des Flügels am Canal Del-Orfano ist, besonders an der Hofseite, wesentlich von denen der anderen Flügel verschieden; indem hier Fenster von modernen Verhältnissen mit Rundbogen vorkommen und diese beiden Stockwerke, von den Spitzbogen des zweiten Stockwerks an, im Style der Renaissance, zwar nicht ganz harmonisch und symmetrisch, aber doch äufserts prächtig verziert sind. Hier dürfte ehemals die Wohnung des Dogen gewesen sein.

Um sich die wunderbare Mischung verschiedener Bauarten an diesem prächtigen und grofen Pallaste zu erklären, mufs man annehmen, dafs das Gebäude, durch mehrere Zwischenzeiten hindurch, *allmälig* gebaut wurde, so dafs die zuletzt aufgeführten Theile schon eine beträchtlich spätere Kunstperiode berührten, als die früheren, und dafs es so, endlich in dem Style der neueren Periode vollendet wurde. Dazu kamen auch noch manche Veränderungen des älteren Theils des Bauwerks, zu Zwecken, die früher nicht beabsichtigt waren; auch wohl noch Veränderungen, durch Feuersbrünste herbeigeführt, welche mehrmals dieses Gebäude beschädigten.

Um von dem Innern des Pallastes eine vollständige Vorstellung zu geben, würden selbst Grundrisse und Durchschnitts-Zeichnungen kaum hinreichen, da jenes Innere sehr verwickelt ist und es, um eine Vorstellung davon zu gewinnen, nöthig wäre, in dem Gebäude rund umhersehen zu können. Es mag indessen, aufser dem, was von dem Innern schon erwähnt wurde, folgende Beschreibung der Haupttheile desselben darüber Auskunft ertheilen.

Der Haupt-Eingang des Pallastes ist, wie bereits gesagt, derjenige, welcher sich zwischen demselben und der Marcuskirche befindet. Er wird Della-Carta genannt und wurde, wie oben gedacht, von dem Dogen Francesco Foscari erbaut, der den Pallast, welcher durch Feuersbrünste gelitten hatte, wieder herstellte. Der Eingang ist in italienisch-gothischem Style sehr reich und prächtig verziert. Durch ihn gelangt man in eine von Säulen getragene Bogenhalle, die ins Kreuz gewölbt ist. Diese Halle

ist nicht sehr hell, und es fällt deshalb die Treppe Sansovinos, aus weifsem Marmor, die im Hintergrunde der Halle unter freiem Himmel steht, um so schöner in die Augen. Der Hof ist geräumig und prächtig. Mitten in demselben sind zwei Brunnen, mit bronzenen Einfassungen geschmückt, an welchen Blätterwerk mit Figuren von *Nicolaus dei Conti* ciselirt ist. Der Fufsboden des Hofes ist mit Marmor geplattet. Die schönen Arcaden an drei Seiten geben Schutz gegen Sonne und Regen, so dafs man sich in jeder Jahreszeit daselbst aufhalten kann. Die Treppe hat einen geraden Zug, aber in der Mitte einen Ruheplatz. Oben, am Ende derselben, steht auf der einen Seite die Statue des Mars, auf der anderen die des Neptuns: beides Werke des *Sansovino*, die im Jahre 1566 hier aufgestellt wurden. Im untern Stockwerk befinden sich Geschäftslocale, zu welchen man durch die an den drei Seiten des Pallastes hinlaufende Bogengallerie der Bogenhalle gelangt. In diesen Hallen sind auch die Löwenköpfe, in deren offenen Rachen die geheimen Anzeigen gesteckt wurden. Auf der linken Seite ist eine Capelle, die von dem Dogen Pietro Ziani zu Ehren des heiligen Nicolaus wieder erbaut und von dem Dogen Andreas Gritti verziert wurde.

Wenn man die erwähnte grofse Treppe, welche die *Riesentreppe* genannt wird, erstiegen hat, gelangt man von hier, aus dem zweiten Stockwerk zu einer zweiten bedeckten Treppe, auf welcher man zu Gerichtslocalen, zu der ehemaligen Wohnung des Dogen und zu dem Saale des grofsen Raths kommt. Diese zweite Treppe ist mit Stuccatur-Arbeit von *Alessandro Vittoria* und mit Frescogemälden von *Baptista Franco* verziert. In den erwähnten Gemächern befinden sich Gemälde von *Giovanni Bellini, Tizian, Paolo Cagliari, Jacobo Tintoretto, Bassano, Palma giovine, Contarini, Carletto Cagliari* dem Sohne, *Marco Vecelli* dem Neffen von *Tizian* u. A. Zunächst kommt man durch die bedeckte Treppe zu dem Saale der vier Thüren. Die Architectur der Säulen ist hier nach *Palladio* von *Giulio di Mora* ausgeführt. Es ist in diesem Saal ein grofses Gemälde, welches den Empfang des Königs Heinrich III. von Frankreich durch den Dogen und Patriarchen, begleitet vom Senat, am Lido oder grofsen Hafen vorstellt. Aus diesem Saale geht man in den Saal des Anti-Collegio, der mit vergoldeten Stuccatur-Arbeiten verziert und mit Gemälden von *Tintoretto*, so wie mit einem Gemälde von *Bassano*, welches eine Dorfmesse vorstellt, besonders aber mit einem

Bilde des *Paolo Veronese,* die Entführung der Europa darstellend, geschmückt ist.

Von hier gelangt man in den Saal des Collegio, wo ehemals der Doge mit seinen Räthen, den Häuptern des Raths der Vierziger und den sogenannten Savii (Wissenden) sich versammelte. Dieser Saal hat einen Plafond, welcher durch goldne Verzierungen in Felder abgetheilt ist, in denen sich Gemälde von *Carletto Cagliari*, von *Tizian* und *Tintoretto* befinden. An der Stelle, wo der Doge safs, ist ein grofses Gemälde von *Paolo Veronese;* in der Höhe des Bildes ist Jesus Christus, der Glaube und die Gerechtigkeit mit mehreren Engeln abgebildet; unten im Bilde knieet ein Doge, begleitet von Pagen und mehreren anderen Personen.

Nahe bei dem Saale des Collegio ist der grofse Saal des alten Pregadi oder Senates, ganz mit Gemälden von *Tintoretto* und *Jacobo Palma* verziert. Von hier kommt man in ein kleines Zimmer, welches der Saal der Statuen heifst, weil es mehrere antike Abbildungen römischer Kaiser enthält.

Auf einer grofsen Treppe, nahe dabei, sieht man einen colossalen heiligen Christoph, der von *Tizian* in Fresco gemalt ist.

Aus dem Saale der vier Thüren gelangt man in die Säle des hohen Raths der Zehn, welche ebenfalls mit Gemälden verziert sind, unter denen besonders ein ovales Bild an der Decke des Saals, in welchem der Rath sich versammelte, bemerkenswerth ist. Man sieht darin Jupiter, der mit Blitzen die menschlichen Laster verfolgt, deren Bestrafung zur Competenz des hohen Raths der Zehn gehörte.

Nahe bei der Treppe, welche vor der Thüre, durch die man in den Saal des grofsen Raths kommt, herabführt, sind vier Säle, mit schönen Waffen aller Art verziert. Man nennt sie die Säle des Arsenales und des Raths der Zehn. Eine der Thüren ist aus Cedernholz vom Libanon.

Wenn man aus diesen Sälen hinabsteigt, sich zur Rechten wendend, kommt man in den „Des Schildes" genannten Saal, weil hier die Waffen des regierenden Dogen aufgehängt wurden. Von hier, durch einen anderen Saal gehend, kommt man in eine Gallerie, die ganz von *Cosimo Piazzi* gemalt ist, und von da in einen geräumigen Saal, worin der Doge fremden Gesandten und dem venetianischen Adel an den Tagen des heiligen Marcus, der Himmelfahrt, des heiligen Vitus und Modestus

und des heiligen Stephan, Feste gab. Aus diesem Saal kam man in die Gemächer des Dogen, zu denen der Zutritt dem Fremden gewöhnlich nicht gestattet war.

Der Saal des grofsen Raths, dessen Lage und Gröfse schon beschrieben ist, war der Ort, wo sich ehemals der gesammte Adel von Venedig versammelte, in dessen Händen die höchste Staatsgewalt lag. Dieser Saal dürfte wohl einer der gröfsten sein, die irgendwo existiren. Es befinden sich in demselben Gemälde von *Carlo* und *Gabriele Cagliari, Leandro* und *Francesco da Ponte, Jacobo* und *Domenico Tintoretto, Paolo Fiamingo, Andrea Vicentino* und *Francesco Zuccari.*

Reichen blofs Gemälde und Statuen zur Auszierung des Innern der Gebäude hin, so kann der Auszierung dieses Saals kein Vorwurf gemacht werden, da Wände und Decken reichlich damit geschmückt sind; indessen möchte der Architect denselben doch lieber in einer, mehr dem gothischen Style des Gebäudes angemessenen, architectonischen Weise verziert sehen: um so mehr, da Dasjenige, was von dergleichen in Italien existirt, ungemein prächtig, phantasiereich und genial ist. Aber die Modernisirungssucht, die seit der Periode der Renaissance vorherrschend wurde, hat hier Unzähliges vernichtet; und das ist bei diesem grofsen Saale des Dogenpallastes um so mehr zu beklagen, als derselbe ohne Zweifel ein Vorbild für viele andere, ebenfalls untergegangene Decorationen der Art abgegeben hat. Die eine schmale Seite des Saales wird durch ein einziges Bild von *Jacobo Tintoretto*, welches das jüngste Gericht, oder eigentlich wohl die Glorie des Himmelreichs darstellt, eingenommen; welches Gemälde also 89 F. lang ist. An der Seite des Saales, nach dem Meere hin, ist die Wieder-Einnahme von Constantinopel vorgestellt, welche durch die Venetianer geschah, um den Kaiser Alexis Comnenus wieder auf den Thron zu setzen. Auf dem Fensterschaft nach dem Platze hin ist die Rückkehr des Dogen Andreas Contarini als Sieger über die Genueser abgebildet. Im Plafond finden sich vielfältige Darstellungen: unter anderen, in einem mittleren grofsen Oval, eine allegorische Abbildung der Stadt Venedig in den Wolken, umgeben von dem Ruhm, der Ehre, dem Frieden, dem Ueberfluss und den Grazien. Rings herum in dem Saal ist ein Fries, in welchem sich die Portraite der Dogen zeigen. Unter denselben sieht man auch eine schwarze Tafel *ohne* Malerei, mit der Inschrift: *Locus Marini Falieri decapitati* (Platz des enthaupteten Marino Falieri).

Der Saal des Scrutinio (der Wahl) ist ebenfalls durch Gemälde und reiche Arabesken bemerkenswerth.

Die Beschreibung und Benennung der Gemächer bezieht sich hier auf ihre ältere Bestimmung, von welcher auch ihre Benennungen entlehnt sind. Zur Zeit des französischen Kaiserthums, wo bekanntlich Venedig in französichen Besitz kam, war wenig daran verändert worden. Ob neuerdings etwas Wesentliches verändert worden sei, ist dem Verfasser nicht näher bekannt. Nach der Aussage eines Architecten, der den Pallast vor zwei Jahren sah, ist es nicht der Fall.

Die kleinen Fenster über dem Hauptstockwerk des Pallastes erleuchten die Gefängnisse der Staatsgefangenen, und das flache Dach über denselben ist mit Blei bedeckt.

Noch ist zu bemerken, dafs die beiden oberen Stockwerke des Pallastes an den äufseren Mauerflächen, nach dem Hofe und dem kleinen Platze hin, mit kleinen gelben und rothen Marmorplatten incrustirt sind; was aber keine besonders gute Wirkung hervorbringt, weil diese Marmorplättchen aus der Ferne wie hochkantig gestellte Backsteine von zweierlei Farben aussehen.

Uebrigens macht der Dogenpallast im Ganzen einen so zauberischen, mit keiner anderen Gebäude-Ansicht zu vergleichenden Eindruck, besonders wenn seine Hauptfaçade von der im Meere untergehenden Sonne gluthroth beschienen wird, dafs dadurch die feenartige Erscheinung Venedigs erst recht eigentlich vollendet und ausgefüllt wird. Es liegt in dieser Ansicht ein gewisses Etwas, ein gewisses Wunderbares, was vielleicht dadurch hervorgebracht wird, dafs sich in der Haupt-Anordnung des Gebäudes gewöhnliche Zwecke nicht aussprechen, während die Kostbarkeit des Materials, sowie die Schärfe und Präcision, mit welcher Alles ausgeführt ist, Glanz über das Ganze verbreiten.

# 9.

# Nachrichten und Bemerkungen über die Construction und die Kosten von Zinkdächern.

(Von dem Genie-Obristen Hrn. *Poncelet* zu Paris.)

(Aus dem *Mémorial de l'officier du génie* No. 13. vom Jahr 1840.)

(Schlufs der Abhandlung No. 2. im ersten Hefte dieses Bandes.)

---

## Zweiter Abschnitt.

## Von den Zinkdecken aus kleinen Tafeln, Zinkschiefer genannt.

*Erstlich. Nach der Art des Herrn Lebobe.* Die Beschreibung aller Details dieser Deckungs-Art würde hier zu weitläuftig sein. Wir werden uns daher nur mit allgemeinen Angaben begnügen, und Bemerkungen über die Vortheile und Nachtheile dieser schon sehr in Gebrauch gekommenen Deckungs-Art beifügen.

Die Zinkblätter des Herrn *Lebobe* (Fig. 31. und 32.) sind ungefähr $12\frac{2}{3}$ Zoll hoch und $10\frac{3}{4}$ Zoll breit. Sie wiegen, aus Blech No. 14. 1,18 Pfund, und aus Blech No. 15. 1,32 Pfund. Es sind etwa 213 Tafeln zu einer Quadratruthe Fläche nöthig, da sie sich oben etwas über 2 Zoll überdecken. Auf den Quadratfufs Dachdecke kommen also etwa 1,78 Pfund Zinktafeln von No. 14. Die Tafeln werden in den trefflichen Werkstätten der Herren *Grimperel* und *Oulet,* rue St. Avoie No. 39. zu Paris, mit dem Balancier kalt geprägt. Sie haben an der einen Seite einen etwa $6\frac{1}{2}$ Linien vorstehenden Rand, an der andern Seite einen ungefähr gleich grofsen Halbwulst, der in den Rand der benachbarten Tafel eingreift. Dieser Rand und Wulst scheinen hinreichend zu sein, um das Eindringen des Wassers in die Fugen zu verhindern, wenn sie nach Fig. 31. gemacht sind, nemlich so, dafs sie das vom Winde hineingetriebene Wasser gegen die innere Fläche der Ueberdeckung lenken. Die Fugen müssen den Regenwinden entgegengerichtet sein; weshalb zwei verschiedene, aber symmetrisch gleiche Formen von Tafeln nöthig sind. Herr *Lebobe* wird einen zweiten Prägstempel dazu machen lassen.

Anfangs hatte man den in die Höhe stehenden Rand der Tafeln, welcher bedeckt wird, *gerade* gemacht, nach Fig. 34., wie es für die Prägung bequem war: aber es zeigte sich bald, dafs das Wasser leicht über die schräge Fläche hinwegzudringen vermochte, und man mufste nun den Rand *krümmen;* welches jetzt durch eine besondere Prägung mit der Hand geschieht.

Die Umbiegungen oder Tropfenleiter an den unteren Enden der Tafeln, und die Vorsprünge oben, welche etwa 1 Linie hervortreten, dienen; die Haarröhrchenwirkung zu schwächen und sich zugleich dem vom Winde aufgetriebenen Wasser entgegenzusetzen. Die Lücke in dem Vorsprunge dient dazu, das Wasser, welches etwa von oben eingedrungen oder niedergeschlagen worden ist, abfliefsen zu lassen, jedesmal so wie der Wind nachläfst. Indessen sind die Vorsprünge wohl zu gering, um vollständig ihren Zweck zu erfüllen, und es würde gut sein, sie nach Fig. 33. zu verlängern, um noch mehr zu verhindern, dafs der Wind das Wasser zwischen die Tafeln, indem er sie aufhebt, hineintreibe. Auch ist das Heftblech am unteren Rande der Tafel wohl zu schwach, und müfste, besonders in seiner Löthung, verstärkt werden. Die Löcher für die Nägel von Zink (Fig. 55.) müfsten von den Vorsprüngen mehr entfernt werden, und die Tafeln müfsten nach (Fig. 33.) oben zwei Verlängerungen bekommen, damit sie sich in den horizontalen Fugen mehr überdecken.

Endlich scheint es auch, dafs die Tafeln, welche an die Forste und Grade anstofsen, und welche nach (Fig. 35.) beinahe wie bei der Deckungs-Art mit behaubten Fugenleisten befestigt werden, wegen des geringen Vorsprungs der Ränder, die daselbst nach oben spitz auslaufen, das Wasser durchlassen müfsten. Indessen bestätigt solches die Erfahrung nicht; was wohl daher kommt, dafs oben am Forst weniger Wasser abzuleiten ist, als unten.

Nach den neulichen Beispielen von Anwendungen dieser Deckungs-Art zu urtheilen, bei welchen wir eine grofse Sorgfalt der Ausführung bemerkt haben, zweifeln wir nicht, dafs diese Deckungs-Art in vielen Fällen vortheilhaft sein kann, obgleich sie mit den vorigen den Uebelstand gemein hat, dafs der Ersatz einzelner abgerissener oder beschädigter Tafeln Schwierigkeiten findet, und dafs, um einer einzelnen Tafel willen alle in der ganzen Reihe über ihr können aufgenommen werden müssen.

Herr *Lebobe* sagt über seine Deckungs-Art, bei welcher man besonders Wohlfeilheit und Leichtigkeit des Legens der Tafeln zu erzielen

gesucht hat, Folgendes. „Der Preis ist nicht höher als der der Decken aus grofsen Tafeln (Man sehe unten den vierten Abschnitt). Die nachtheiligen Wirkungen der Dehnung des Metalls sind hier durch die Kleinheit der Tafeln gehoben, diejenigen der Haarröhrchen-Anziehung durch die Umbiegung und die Knaggen. Das Dach bedarf weniger Abhang, als bei grofsen Tafeln. 16 Grad oder 1 auf $3\frac{1}{2}$ genügen. Der Widerstand der Tafeln gegen den Wind ist stärker, als sonst. Eine grofse Tafel ist rundum nur an 8 oder 10 Stellen angeheftet: so viele kleine Tafeln dagegen, als dieselbe Fläche bedecken, an 42 Stellen, welche regelmäfsig vertheilt sind. Für alle Anschlüsse an Forst, Grade, Kehlen, Einschnitte und Rinnen ist gesorgt. Aller Gips und Mörtel, der so viele Schäden und Ausbesserungen verursacht, wird vermieden, und noch nirgends ist ein mit solchen kleinen Tafeln bedecktes Dach vom Winde aufgehoben worden."

Untersucht man diese Deckungs-Art durch den Augenschein, so ist nicht zu läugnen, dafs sie gut erdacht ist und in allen ihren Details, selbst schon in dem gegenwärtigen Zustande ihrer Vervollkommnung, Sicherheit und Dauer verspricht. Solche Dächer haben schon die Probe der Stürme im Frühling und Winter von 1836 bestanden; wie uns solches, theils aus eigener Anschauung, theils durch Briefe und Zeugnisse von Gebäude-Besitzern in der Stadt und auf dem Lande, welche solche Dächer haben machen lassen, bekannt ist. Das Comité wird auch den Vortheil nicht übersehen, welchen die Genauigkeit der geometrischen Form der von Herrn *Lebobe* geprägten Tafeln für den Gebrauch derselben aufserhalb, entfernt von seiner Aufsicht, gewähren dürfte. Dafs ein Abhang von 16 Graden für diese Deckungs-Art hinreichend sei, wollen wir für Fälle zugeben, wo die Dächer niedrig und gegen Stürme geschützt sind. Für freistehende und sehr hohe Gebäude aber, wie es in der Regel unsere Casernen sind, dürfte solches indessen zu bezweifeln sein.

*Zweitens. Nach Herrn Renaudot.*

Fig. 36. und 37. werden eine hinreichend deutliche Vorstellung von den reifig geprägten Tafeln des Herrn *Renaudot* geben. Die Figuren stellen sie von oben, von unten, und im Querschnitt vor. Sie wiegen 1,60 Pfund, aus Blech No. 14., und 1,98 Pfund aus Blech No. 15., und sind etwa $11\frac{1}{3}$ Z. breit und $14\frac{2}{3}$ Z. hoch. Es gehören 270 Tafeln zur Quadratruthe Fläche und es kommen auf den Quadratfufs Fläche 1,89 Pfund Metall, ohne

die Heftbleche; so dafs also das Gewicht um etwa den 9ten Theil stärker ist, als bei Herrn *Lebobe*. Obgleich man auf der neuen Gallerie des Museums Bleche von No. 16. genommen hat, so ist doch Herr *Renaudot* der Meinung, dafs so starkes Blech niemals nöthig sein werde, indem die Reifen die Tafeln noch verstärken. Durch einen vorstehenden Rand am oberen und unteren Ende der Tafeln glaubt Herr *Renaudot* nicht allein zu verhindern, dafs das Wasser in die Ueberdeckung der Tafeln dringe, die hier 2½ Zoll breit ist, sondern auch das Wasser, welches der Wind etwa gewaltsam bis zu dem Gipfel der Fugen getrieben haben möchte, von der Verschalung abzuhalten.

Die oben an die Tafeln gelötheten Ohren *a*, *a'* sind für die Löcher der starken Nägel von Zink bestimmt, mit welchen die Tafeln auf die Verschalung festgenagelt werden. Die Löcher haben die Form eines T, wie diejenigen der vorigen Deckungs-Art, so dafs man eine Tafel abnehmen kann, wenn man sie zuvor etwas nach oben schiebt. Die Heftbleche unterhalb dienen, die Tafeln an die darunter liegenden, nachdem solche gelegt sind, zu befestigen. Man schiebt sie rechts und links unter die Vorsprünge der Cannelirung. Leider müssen sie nur etwas lang sein; was die Kosten merklich erhöht. Man würde dies vermeiden, wenn man die Tafeln an die Erhebungen der Cannelirung befestigte und das Heftblech an der anderen Seite wegliefse, indem diese Seite schon durch die über sie greifende Tafel festgehalten wird.

Wie bei der *Lebobe*schen Art, werden die Tafeln von unten an, also von der Dachrinne an, gelegt. Die Tafeln in der untersten Reihe erhalten noch mehrere Heftbleche, welche unter einen starken Zinkstreifen gesteckt werden, der in einen Wulst endigt, welcher sich nach (Fig. 24.) um die Randlatte biegt. Das Legen der Tafeln wird nun nach oben zu fortgesetzt, nach Schnurschlägen die mit der Rinne parallel laufen. Die schiefen Schnitte bleiben zuletzt, für den Forst. Herr *Lebobe* dagegen nimmt den Forst zur Richtschnur und giebt die schiefen Schnitte den untern Tafeln an der Rinne, die an dieselbe angehakt werden, während man die Rinne selbst durch einen angelötheten schmalen Streifen deckt.

Ein anderer Unterschied zwischen den beiden Deckungs-Arten der Herrn *Renaudot* und *Lebobe* ist, dafs Ersterer die Forste und Grade nach (Fig. 38.) befestigt, damit man darauf gehen könne, ohne die Zinkstreifen zu beschädigen. Die Befestigung soll durch einen Bleistreifen geschehen,

dessen Ränder drei bis vier Zoll breit auf den letzten Tafeln aufliegen, daselbst durch Heftbleche befestigt werden und genau der Form der Tafeln sich anschmiegen. Diese Befestigungs-Art ist zwar theurer, als die des Herrn *Lebobe,* aber sie gewährt auch mehr Sicherheit gegen Wind und Regen.

Das was wir oben wegen der Ueberdeckung der Tafeln an den Seiten bemerkt haben, pafst auch hier. Die Schwäche ist aber hier wegen der ausgeschnittenen Randrinnen vielleicht noch gröfser; so wie wegen des Vorsprunges des Randes am Ende der Rinnen, und wegen der Gröfse des Ausschnitts, der in dem oberen Theile der Seitenbedeckung nöthig ist, um die benachbarte Tafel aufzunehmen. Wegen der vollkommenen Symetrie der Tafeln lassen sie sich aber immer so legen, dafs die Fugen möglichst dem Angriff der Stürme und des Regens entzogen werden. Eine bloſse Versetzung der Lappen und Heftbleche ist dazu hinreichend, und es darf nur die Ordnung des Legens, von der Rechten zur Linken, oder von der Linken zur Rechten, verändert werden.

Den vorzüglichsten Vortheil, welchen der Erfinder der cannelirten Tafeln an ihnen rühmt, ist, dafs sie sehr fest sind und das Wasser in kleinen Canälen, und zwar in geraden Linien vom Forst an bis zu der Rinne führen. Wir fügen noch hinzu, dafs die gereiften Tafeln mehr die Lüftung des Dachs von innen begünstigen, als die vorigen, ebenen, weil sie nur an einzelnen Stellen auf der Verschalung aufliegen und also die Feuchtigkeit, die von Niederschlägen oder von der Haarröhrchenwirkung herkommt, weniger zurückhalten. Die bedeutende Erweiterung der Cannelirungen könnte, ungeachtet ihrer Höhe von 5 Linien, fürchten machen, dafs das Wasser von starken Winden nach einer Seite der Tafel getrieben werden möchte, gleich als wenn es keine Erhöhung dazwischen weiter gäbe. Wir haben uns indessen bei Besichtigung des Dachs auf der neuen Gallerie des Museums überzeugt, dafs diese Befürchtung nicht gegründet ist. In der That ist seit dem September 1835, wo Herr *Renaudot* dieses ganz freistehende und sehr dem Winde ausgesetzte Gebäude mit seinen Zinkschiefern hat bedecken lassen, keine Tafel auf dem Dache aufgehoben worden und nirgend eine Lecke entstanden, obgleich die Dachfläche nur 1 auf $2\frac{1}{2}$ Abhang hat und Schwierigkeiten des Anschlusses vorkamen, an den Anbau für das von oben einfallende Licht. Noch andere und viel flachere Dächer, welche Herr *Renaudot* in der Gegend von Paris hat

ausführen lassen, beweisen ebenfalls die Zweckmäfsigkeit dieser Deckungs-Art; und besonders ihre Festigkeit.

Leider wird diese Festigkeit auch nicht ohne eine merkliche Erhöhung der Kosten und des Gewichts erlangt (man sehe die Berechnungen weiter unten); und dieser Umstand wird die allgemeinere Einführung dieser Deckungs-Art erschweren. Die Sparren dürfen unserer Meinung nach nicht, so wie es bei dem neuen Gebäude im botanischen Garten geschehen ist, einer übel angebrachten und nicht bedeutenden Ersparung wegen, wegbleiben und blofs durch eine Belattung aus aufgeschnittenen, 1 Z. dicken, in der Richtung des Abhanges 4 F. von einander entfernten Fetten aufgenagelten Brettern ersetzt werden.

Vielleicht liefse sich auch der Zweck, den Herr *Renaudot* hatte, zum Theil nach (Fig. 36.) durch eine *einzelne* Erhebung, statt der flachen Cannelirungen, erreichen. Die Ränder und die Ueberdeckung der Tafeln würde so bleiben, wie es bei der *Lebobe*schen Art der Fall ist. Auch könnte man nach (Fig. 40.) zwei statt einer Scheidung machen; und zwar schräge gestellt, damit das Wasser stets nach der Mitte der Tafel gelenkt werde. Bei den ebenen Theilen würde man die Ränder und Tropfenleiter beibehalten, um das Wasser am Zurücktreten unter die Ueberdeckung der horizontalen Fugen zu hindern.

Um, endlich, noch an den Kosten zu sparen, ohne zu viel der wesentlichen Vortheile zu verlieren, könnte man die horizontale Ueberdeckung der Tafeln auf 2 Zoll beschränken, und den Tafeln 16 bis 18 Z. Höhe und 15 Z. entwickelte Breite geben. Einen Theil dieser Vorschläge hat Herr *Renaudot* bei Modellen benutzt, die er vorgezeigt und bei welchen er noch verschiedene Verbesserungen in den Details angebracht hat. Es ist zwar nicht zu übersehen, dafs die Veränderungen auch die Begünstigung der Lüftung der Verschalung vernichten würden: allein einen Ersatz dafür wird die Kosten-Ersparung und der Umstand sein, dafs dann auch die Form der Tafeln in der Sonnenhitze, und wenn die Arbeiter beim Aufsuchen von Lecken darauf treten, weniger der Veränderung ausgesetzt ist.

*Drittens, nach Herrn Seiffert.*

Die Zinkschiefer, welche Herr *Seiffert* prägen läfst, unterscheiden sich von denen des Herrn *Lebobe* vorzüglich durch ihre Gröfse. Sie sind etwa 18 Z. hoch und 12 Z. breit. Dabei werden sie unten blofs ver-

mittelst zweier starker gebogner Heftbleche befestigt, die sich um horizontale und in angemessenen Entfernungen von einander liegende Latten biegen. Der untere Rand der Tafel macht einen stumpfen Winkel, dessen Seite durch eine kleine Umbiegung verstärkt ist, die die Stelle des Tropfenleiters vertritt. Der Winkel scheint uns aber, ohne besonderen Nutzen, nur die Kosten zu erhöhen. Am oberen Rande giebt Herr *Seiffert* seinen Tafeln Erhöhungen in Zickzakform, welche denselben Zweck haben, wie die von *Lebobe*.

Das Legen dieser Tafeln wird ebenfalls von unten angefangen, wo das Dach durch einen breiten, durch Wulste verstärkten Blechstreifen eingefafst ist, der fest auf die unterste Latte genagelt wird. Forst und Grade werden mit Bleitafeln oder mit einer Haube von Zink bedeckt, die sich auf die obern Dachtafeln herunter biegt und sie bedeckt, während ihr cylindrischer Theil Einschnitte für die Vorsprünge der Tafeln bekommt. Fig. 25. zeigt, wie die Tafeln beim Anstofs seitwärts an Giebel und andere Mauern auf die Sparren oder Bordbretter befestigt werden.

Herr *Seiffert* schätzt das Gewicht seiner Decke aus Blech No. 14. nur auf 1,63 Pfund den Quadratfufs; was sich aus der geringen Ueberdeckung der Tafeln, von nur 2 Z., und aus dem Mangel jedes Vorsprunges zwischen den langen Seiten erklärt. Wegen der grofsen Breite der Tafeln möchte indessen ein solcher Vorsprung wohl nothwendig sein. Erwägt man ferner, dafs hier keine Verschalung Statt findet, sondern nur 3 bis 4 Z. breite, 9 Z. von einander entfernte Latten nöthig sind, so werden die geringen Kosten (man sehe den vierten Abschnitt) nicht auffallend sein. Wir können indessen nicht wünschen, diese Deckungs-Art bei unsern Militair-Gebäuden eingeführt zu sehen, weil sie gar zu leicht ist und wenig Sicherheit gegen Wind und Regen gewährt. Man hat von derselben zwar mit gutem Erfolge bei dem Schuppen der Niederlage der Rue des Marais zu Paris, so wie bei dem schon oben erwähnten bedeckten Marktgebäude von Madelaine Gebrauch gemacht: aber alle diese Dächer sind wenig hoch, und man hat dabei offenbar Einiges der Ersparung wegen gewagt. Wollte man aber, um gesichert zu sein, dafs die Tafeln nicht durch den Druck von Innen vom Winde gehoben werden, eine feste Verschalung machen (welches dann das Legen der Tafeln erschweren würde), und wollte man ferner stärkere oder kleinere Bleche nehmen, wie bei einem Gebäude auf dem Boulevard Bonne-nouvelle geschehen

ist, so würden auch wieder die Kosten sehr erhöht werden, und man würde dann vielleicht bewogen werden, der einen oder der anderen von den vorhin beschriebenen Deckungs-Arten den Vorzug zu geben, die, wenn sie auch nicht denselben Vortheil der Leichtigkeit der Ausbesserung, so doch den der gröfsern Festigkeit haben.

## Dritter Abschnitt.

## Von den für Zinkdächer passenden Dachgerüsten; von der Lüftung der Dächer u. s. w.

Ehe wir zu den weitern Details der verschiedenen Dachbedeckungen, die die Wahl derselben in jedem besonderen Falle bestimmen müssen, übergehen, wollen wir nach dem Wunsche des Comités Einiges über die Dachgerüste und ihre Lüftung sagen, wie sie in den grofsen Militair-Gebäuden zu wünschen sein möchten.

Mehrere, überrascht von der grofsen Leichtigkeit der Zinkdecken, und dem geringen Gefälle, welches für dieselben zur Ableitung des Wassers hinreicht, sobald man die horizontalen Fugen löthet, haben gemeint, dafs man diese Umstände benutzen müsse, um die Höhe der Dächer und die Stärke der Hölzer im Dachgerüst bis auf das Aeufserste zu vermindern. Indessen giebt es dagegen viele Gründe.

*Erstlich* nemlich lagert sich der Schnee auf Dächern um so höher, je flacher sie sind; und die Last desselben ist nicht geringe. Sie kann in unserem Clima öfters 10 bis 12 Pfund auf den Quadratfufs betragen. Dazu kommt zuweilen der Druck der herunterfahrenden Stürme, welcher oft stärker ist, als man gewöhnlich glaubt.

*Zweitens* haben die Verbindungshölzer im Dach nicht blofs den Zweck, das Gewicht der Dachbedeckung zu tragen, sondern auch den, die oberen Theile des Gebäudes zusammen zu halten.

*Drittens.* Eine sehr geringe Höhe der Dächer ist, der Festigkeit der Verbindung wegen, der sehr schrägen Lage der Hölzer nicht günstig.

*Viertens.* Die schwachen Gefälle der Dächer vermehren die Gefahren der Windstöfse und die Lecken, so wie die Schwierigkeiten der Befestigung der Fugen grofser Zinktafeln. Man mufs alle Fugen sehr fest verschliefsen; was wieder den Niederschlag des Wassers von innen befördert und die Lüftung erschwert.

*Fünftens.* Die Leichtigkeit des Dachgerüstes und der Mangel an Verbindung der Hölzer unter einander giebt leicht Anlafs zu ungleichen Senkungen, durch welche die Verschalung mehr oder weniger windschief werden kann; worauf sich dann die Fugen der Dachdecke öffnen und Brüche in den Wulsten und Fugenverbindungen entstehen können.

*Sechstens,* endlich: alle mit Zink bedeckten Dächer, welche wir in Paris zu sehen Gelegenheit hatten, haben nicht weniger als 1 auf 2, oder $2\frac{1}{2}$, Gefälle, und man hat die Hölzer in den Dachgerüsten eben so stark gemacht, wie es bei Ziegel- oder Schieferdächern gewöhnlich ist; selbst die Schuppen an der Niederlage in der Strafse Des-Marais und den provisorischen Saal im Luxembourg nicht ausgenommen; wo doch der Unternehmer ein Interesse hatte, an Material zu sparen.

Diesemnach glauben wir, dafs man auf Militair-Gebäuden, als Casernen, Magazinen, Lazarethen u. s. w., wenn sie mit grofsen oder kleinen Zinktafeln bedeckt werden sollen, die Dächer nie flacher legen dürfe, als $26\frac{1}{2}$, höchstens 24 Grad gegen den Horizont. Einige Beispiele von Gebäuden dieser Art, die kürzlich in den Departements ausgeführt worden sind, und wo man das Gefälle bis auf 21 Grad vermindert hat, können nichts entscheiden. Das Gefälle von $26\frac{1}{2}$ bis 24 Grad ist auch die Grenze, über welche hinaus man die horizontalen Fugen *löthen* mufs, wenn die Ueberdeckung nicht gar zu breit werden soll. Uebrigens läfst sich auf einem mit Zink bedeckten Abhange von 1 auf 2 noch gehen; was als ein Vortheil der Zinkdächer anzuerkennen ist.

Für die Verbindung des Dachgerüstes halten wir auf gröfsern Gebäuden diejenige (Fig. 42. und 43.) für die beste. Sie ist auch schon meistens gebräuchlich, wo man nicht Eisen anwenden will und besteht aus Bindern von starkem Holze, $9\frac{1}{2}$ bis $12\frac{1}{2}$ F. von einander entfernt, mit Stuhlschwellen, Rahmen und Säulen, Fetten und Sparren, das Ganze durch Klammern, Streben und Kopfbänder so viel als möglich fest zusammengehalten, damit die Binder nicht von der Seite und die Stuhlsäulen nicht aus ihren Kämmen und Zapfen weichen können.

Die Ersparung an den Dachgerüsten, welche die Bedeckung mit Zink gewähren kann, beschränkt sich auf diejenige an der *Fläche* des Dachs, und darauf, dafs man die Binder und auch die Fetten ein wenig weiter von einander entfernen darf.

Diesen Grundsatz hat auch Herr *Belmas* angenommen, und ich

wiederhole, dafs ich ihn zu Paris überall befolgt gefunden habe, wo man gröfsere Gebäude mit Zink bedeckt hat. Unter diesen haben das leichteste und einfachste Dachgerüst die Schuppen bei der Niederlage in der Rue des Marais; welche schöne Gebäude der Herr Architekt *Grillon* gebaut hat. Fig. 42. und 43. geben davon eine Vorstellung.

Man sieht, dafs wir keine Vertheidiger der Dachgerüste aus leichten, 18 bis 24 Z. von einander entfernten Bindern aus 1 bis 2 Z. dicken Brettern sind, die die Stelle der Sparren vertreten und die blofs durch Schwerter, Andreaskreuze und Forstbohlen von Brettern und Bohlen zusammengehalten werden. Nach unserer Meinung sind dergleichen Dachgerüste blofs für provisorische, hinreichend gegen den Wind geschützte Gebäude, wie Werkstätten, Hallen, Schuppen und dergleichen, wo öfters die möglichste Verminderung der Anlagekosten Regel ist, anwendbar. Unter diesen Verbänden halten wir noch diejenigen für die besseren, wo man auf eine schickliche Weise Eisen zu Hülfe nimmt, um das Auseinanderweichen der stützenden Sparren zu hindern und den Seitenschub auf die Wände wegzuschaffen. Von dergleichen Dachgerüsten erwähnen wir desjenigen Fig. 44. und 45., welches sich auf den Schmiedewerkstätten der Messageries générales zu Paris findet, deren Dach mit grofsen Zinktafeln auf Fugenleisten, nach der im ersten Abschnitt beschriebenen dritten Art, bedeckt ist. Die Binder sind hier 4 F. 2 Z. von einander entfernt.

Wir könnten noch weiter gehen und halbkreisförmiger, sonst sehr gut verbundener Dächer gedenken, auf welchen die Bedeckung mit grofsen Zinktafeln durch die Veränderung der Form, welche die Dachfläche durch ihr eignes Gewicht und durch die Verschalung erfahren hat, sehr beschädigt worden ist. Aber die Critik ist bei Constructionen eine so delicate Sache, dafs wir davon abstehen.

Der Umstand, dafs sich in wenig luftigen, mit Zink bedeckten Räumen, Dünste niederschlagen, ist einer der gröfsten Uebelstände dieser Decken. Wegen dieses Umstandes, auf welchen auch Herr *Belmas* aufmerksam gemacht hat, und wegen der grofsen Hitze, welche die auf eine Zinkfläche fallenden Sonnenstrahlen unter derselben hervorbringen, sollte man niemals die Räume unmittelbar unter Zinkdächern zu Wohnungen für Menschen oder Thiere bestimmen; selbst wenn auch die Sparren von innen verschalt werden. Ueber Wohnungen mufs erst ein Boden sein, mit verschalter Decke, und mit einem Estrich von Mörtel oder Gips belegt, so

dafs über dieser Decke ein Bodenraum bleibt, der zugleich bei Ausbesserungen des Daches sehr nützlich ist. So macht man es zu Paris fast allgemein, und man sollte bei Militair-Gebäuden strenge dabei bleiben.

Indessen ist es auch bei dieser Anordnung noch nöthig, für die *Lüftung* des Raumes unter dem Dache zu sorgen. Der Mittel dazu werden wir weiter unten gedenken. Die Leichtigkeit, mit welcher die Metalle die Wärme leiten, und ihre Eigenschaft, die Wärme auszustrahlen, wovon die Wirkung besonders des Abends und des Morgens merkbar ist, können immer Niederschläge erzeugen, sobald die Temperatur der mit Feuchtigkeit geschwängerten Luft aufserhalb und innerhalb des Daches nicht gleich ist. Die Niederschläge aber verursachen das Verfaulen der Verschalung und die Verkalkung des Zinks, den hier nicht der Rost-Ueberzug (patine) schützt, welcher an der äufsern Luftseite ihn bedeckt. Dieses Umstandes wegen sind, wie wir schon oben bemerkten, die cannelirten Zinkschiefer, in Fällen, wo die vollkommene Lüftung des Dachraums schwierig ist, besser, als die grofsen Tafeln.

Von welcher Art aber auch das Zinkdach sein mag: immer ist es unumgänglich nöthig, für die Lüftung desselben zu sorgen, und zwar durch Oeffnungen am Fufse und am Gipfel des Daches, damit längs der Verschalung und den Sparren ein Luftzug von unten nach oben entstehe, der um so stärker sein wird, je steiler das Dach ist. Aufgesetzte Dachluken in der Nähe der Rinnen sind auf *flachen* Zinkdecken theuer; aber man kann zuweilen, besonders wenn der Dachraum benutzt werden soll, von den zu Paris allgemein üblichen Klappluken (46. und 47.) Gebrauch machen, welchen man Glasfenster giebt, um zugleich dem Dachraume Licht zu verschaffen. Diese Klappfenster bestehen in einem festliegenden und in einem beweglichen Rahmen, von Holz oder Blech. Oberhalb des Fensters mufs eine weite Rinne von Blei oder Zink sein, um das von oben kommende Wasser seitwärts abzuleiten. Der feste Rahmen liegt auf den Sparren, unmittelbar über der ersten Fette. Er mufs wenigstens $1\frac{1}{4}$ Z. über die Verschalung emporstehen, damit man die Zinktafeln der Dachdecke an ihn hinauf biegen könne. Der bewegliche Rahmen, der ungefähr wie die Glasfenster eines Mistbeets eingerichtet ist, wird an einer gezahnten Stange aufgestellt und greift in den festen Rahmen mit Feder und Nuthe ein, wie es Fig. 46. und 47. zeigen, die ein solches Fenster, wenn es *von Holz* ist, vorstellen. Endlich mufs der bewegliche Rahmen, über

den festen Rahmen $1\frac{1}{2}$ Zoll hoch vorstehend, an drei Seiten Wasserschenkel haben, die das Wasser auf das Dach ableiten. Die Glasscheiben des Fensters müssen sich, die oberen die unteren, wenigstens 2 Z. breit überdecken. Zuweilen sind sie spitz zugeschnitten, um die Wassertropfen nach der Mitte hinzuleiten. Indessen giebt diese Anordnung nur dann dichte Fenster, wenn dieselben sehr schräg liegen; denn durch die Haarröhrchenwirkung zieht sich das Wasser zwischen den sich überdeckenden Glasscheiben in die Höhe, und man mufs sie deshalb öfters 3 bis 4 Z. breit einander überdecken lassen. Fig. 48. und 49. zeigen, wie man bei den Klappfenstern zu verfahren pflegt. Die Klappfenster von Blech sind nicht besonders zu beschreiben nöthig, da sie ein bestimmter Gegenstand der Industrie sind, und man sie ganz fertig zu Kauf bei den Schlossern und Werkleuten findet, die sich besonders mit den zu den Dächern gehörenden Artikeln beschäftigen. Wir nennen unter diesen die Herren *Travers*, rue Richer No. 2, Schlosser und Mechaniker; *Gautrot* jun., rue d'Enfer No. 50, und *Jacquemart*, rue Albouy No. 5. Die Klappfenster des Herrn *Gautrot*, aus $\frac{1}{2}$ Linie dickem Blech, scheinen uns in allen ihren Details sehr gut. Sie kosten, wenn sie 18 Z. breit und 22 Z. hoch sind, etwa 6 Thlr., mit dem Anstrich, aber ohne Drathgitter in Rahmen, gegen den Hagelschlag. Mit diesem Rahmen, der aus $\frac{1}{2}$ Z. dicken Stäben gemacht ist, kosten sie 8 Thlr. 4 Sgr., und wenn die Fenster 28 Z. breit und 36 Z. hoch sind, 12 Thlr., mit allem Zubehör; nemlich mit dem Drathgitter und der Vorrichtung zum Aufstellen. Man sehe wegen solcher Fenster auch das Bulletin de la societé d'encouragement vom Jahr 1838, S. 307, wo sich die Beschreibung des Klappfensters von *Falhon* findet, welches gegen die älteren den Vorzug hat, nach innen aufzugehen; wodurch die Ausbesserungen erleichtert werden. Wir fügen wegen der eisernen Fenster noch hinzu, dafs sie mit Minium angestrichen und gleich den hölzernen Rahmen, vermittelst eines auf die Sparren gelegten Rahmens, um 2 Z. über die Verschalung erhöht werden müssen, damit die Zinktafeln des Daches gegen diesen untergelegten Rahmen aufgebogen werden können und nicht mit dem Eisen in unmittelbare Berührung kommen; welches immer sorgfältig vermieden werden mufs.

Gegen den Gipfel des Daches hin setzt man, abwechselnd hoch und niedrig, kleine conische Fenster, aus starkem Zinkblech: sogenannte *Ochsen-Augen*, 9 Z. im Durchmesser (Fig. 50. und 51.). Sie sind auf eine

grofse Zinktafel gelöthet, welche selbst rundum durch Löthung und Heftbleche auf die gewöhnliche Weise mit der Dachdecke verbunden wird.

Wenn man die Fenster der Kosten wegen nicht machen will, so mufs man dennoch gleichwohl für die Lüftung des Daches unten sorgen, und oben müssen zwischen den Sparren zu Luftzügen Röhren von Zink (Fig. 52.), die aufsen seitwärts mit vielen Löchern durchbohrt und mit einer ebenen oder kegelförmigen Haube bedeckt sind, angebracht werden; wie es z. B. bei der Bedeckung der Probegewölbe der Caserne zu Rocroy geschehen ist. Solche Luftröhren sind indessen nur wenig wirksam. Es müssen daher immer ihrer mehrere sein, und die Rahmen sollten wenigstens 3 Z. im Durchmesser und dann grofse Oeffnungen unter der Haube statt der kleinen Löcher haben.

Das kräftigste Mittel zur Lüftung der Zinkdächer, und also zur Erhaltung des Dachgerüstes und der Verschalung, würde sein, den Raum zwischen den Sparren am Fufs und am Gipfel des Daches längs aus offen zu lassen und die Oeffnung, wie es Fig. 53. vorstellig macht, mit einem Schirmdach zu bedecken. Dieses Schirmdach wäre mit einer an den Rändern durch Wulste verstärkten Zinktafel zu bedecken, und würde durch Stützen getragen werden, die an die Sparren angenagelt sind. Dieses hier und da angewendete Lüftungsmittel hat, während die Oeffnung der Luft einen sehr geräumigen Zu- und Austritt gewährt, auch noch den Vortheil, dafs die grofsen Dachtafeln oben bequemer angebracht werden können, indem sie dann nur einfach um die oberste Latte herumgebogen werden dürfen. Die Zinktafeln auf dem Schirmdach kann man übrigens dadurch befestigen, dafs man ihren Wulsten Heftbleche giebt, die unter den Reifen der Dachdecke angelöthet werden.

Wir werden wieder die Details dieses Gegenstandes nicht weiter verfolgen, sondern haben nur mehr die Aufmerksamkeit der Bauleute auf die zur Erhaltung der Dächer überhaupt so nothwendige Lüftung derselben lenken wollen, die leider nur zu oft nicht berücksichtigt wird.

Man sieht auch, dafs die Beförderung der Lüftung, da der Unterschied der Höhe der Luft-Oeffnungen, selbst dann, wenn die Luft aufsen und innen ungleich dicht ist, den Luftzug verstärkt, ein Grund mehr ist, die Zinkdächer nicht zu niedrig und zu flach zu machen.

## Vierter Abschnitt.

## Berechnung der Kosten der Zinkdecken.

Wir werden zuerst die Berechnung der gegenwärtigen Kosten von Zinkdecken mit *grofsen* Tafeln nach den verschiedenen Deckungs-Arten mittheilen; besonders nach den Angaben des Herrn *Renaudot*, die wir mit ihm discutirt haben und die zugleich eine genaue Uebersicht seiner Constructions-Art liefern werden. Sodann wird die Berechnung der Kosten der Zinkdecken mit *kleinen* Tafeln folgen, nach den Angaben der vorhin erwähnten Werkmeister und nach denen der Herren *Lebobe* und *Seyffert*. Wir haben keinen Grund, an der Richtigkeit dieser Angaben zu zweifeln, von denen auch mehrere unmittelbar geprüft werden können. Sie werden nicht durch die Resultate der speciellen Berechnungen des Herrn Ingenieur *Boisvilette*, die man in den *Annales des ponts et chaussées* 1stes Halbjahr 1835 findet, bestritten werden können, da diese Resultate nur auf Erfahrungen in kleinem Maafsstabe beruhen und auf Verfahrungs-Arten sich beziehen, welche von den in Paris allgemein üblichen abweichen.

Die Zinktafeln, so wie sie im Handel vorkommen, sind $18\frac{2}{3}$, $24\frac{5}{6}$ bis 31 Z. (18, 24 bis 30 Pariser Zoll) breit und $74\frac{1}{2}$ Zoll (6 Pariser Fufs) lang. Sie haben ein aufgestempeltes Zeichen, welches die Fabrik und die Nummer angiebt. Die Nummer bezieht sich auf die Dicke der Tafeln, welche aber etwas abweichen kann und schwer zu prüfen ist. Es wäre deshalb gut, wenn der Stempel auch das Gewicht, wenigstens im Durchschnitt, anzeigte. Jedenfalls mufs die Berechnung und Abnahme von Zink-Arbeiten auf den Grund dieses Gewichts geschehen.

Folgendes ist eine Uebersicht der Dicke und des Gewichts der gebräuchlichsten Tafeln, so, wie das mittlere Gewicht derselben, mit Rücksicht auf die vorhin bemerkte Unsicherheit, von dem Hause *Mosselmann*, in Uebereinstimmung mit den Tarifen anderer Fabriken und Niederlagen gewalzten Zinks, angenommen worden ist.

| Nummer des Zinks. | Dicke in Puncten. | Dicke in Linien. | Gewicht auf 1 Quadratfufs. |
|---|---|---|---|
| 14. | $4\frac{1}{2}$ | 0,39 | 1,27 Pfund. |
| 15. | 5 | 0,43 | 1,42 - |
| 16. | $5\frac{1}{2}$ | 0,47 | 1,55 - |
| 17. | 6 | 0,52 | 1,69 - |
| 18. | 7 | 0,61 | 1,97 - |
| 19. | 8 | 0,69 | 2,27 - |
| 20. | 9 | 0,77 | 2,55 - |

Früher waren die Nummern um $\frac{1}{2}$ Punct, und also um 0,015 Pfund auf den Quadratfufs schwerer. Der Gebrauch rivalisirender Handelshäuser hat aber gemacht, dafs die frühere Numerirung verändert werden mufste. Es war nöthig, die Baumeister auf diesen Umstand aufmerksam zu machen.

### Dachdecken aus grofsen Tafeln.

Bei der Berechnung der Kosten dieser Dachdecken werden wir insbesondere Tafeln von 31 Z. breit und $74\frac{1}{2}$ Z. lang, also von 16,07 Q. F. Fläche annehmen; wie man sich deren gewöhnlich bedient. Der Preis des gewalzten Zinks von allen Nummern ist jetzt zu Paris 9 Thlr. 27 Sgr. für den Centner, welches 7 Thlr. 2 Sgr. für den Centner rohen Zink ausmacht, indem die Kosten des Walzens 2 Thlr. 25 Sgr. betragen. Es wird leicht sein, abweichende Preise in andern Gegenden hiernach in Rechnung zu bringen; so wie auch etwaige andere Preise des Arbeitslohns und des Transports.

*Nach der ersten Art, mit Zinkblech No. 15.* Jede Tafel wird an den Enden in entgegengesetzter Richtung um 2 Linien umgebogen, um sie zu verstärken und der Haarröhrchenwirkung zu wehren (Fig. 1. 4. 5. 13. und 14.). Oben wird die Tafel mittels 4 oder 5 starker, rundknöpfiger Nägel von Zink befestigt, deren Hundert nahe an $\frac{1}{2}$ Pfund wiegen, unten aber mittels zweier angelötheter Heftbleche von Zink, und seitwärts, über den Wulsten, durch zwei Bleche, ebenfalls von Zink, deren Tafeln durch 4 Nägel von verzinntem Eisen festgehalten werden, auf die Weise, wie es Fig. 1. 4. und 5. zeigen. Die verzinnten Nägel, statt derer man fortan besser, nach dem *Sorel*schen Verfahren, *verzinkte* Nägel nehmen wird, sind etwa 15 Linien lang und ihr Kopf hat 3 Linien im Durchmesser. Etwa 200 wiegen ein Pfund und kosten 4 Sgr.; das Verzinnen $2\frac{3}{4}$ Sgr. Gut

wäre es, diese Nägel, da wo sie nicht auf die Sparren treffen, unter der Verschalung umzunieten, weil die Verzinnung sie sehr glatt und schlüpfrig macht.

| | | |
|---|---|---|
| Die Fläche der Tafel war | | 16,07 Q. F. |
| Davon ist abzuziehen: | | |
| Für eine horizontale Fugenbedeckung von 31 Z. lang und 4,2 Z. breit | 0,90 Q. F. | |
| Für die Wulste an den Seiten, von 6 Linien im Durchmesser und nach Fig. 4. aufgerollt, | 1,11 - - | |
| Zusammen | | 2,01 Q. F. |
| Bleibt reine Fläche | | 14,06 Q. F. |
| Das Gewicht der Tafel beträgt | 16,07 . 1,42 = | 22,81 Pfund. |
| Die beiden Agrafen von 4 Z. lang, 5 Z. breit, aus Blech No. 15., wiegen | | 0,45 - |
| Die beiden Heftbleche von 3 Z. breit, $4\frac{1}{2}$ Z. lang, aus gleichem Blech, | | 0,28 - |
| Thut zusammen | | 23,54 Pfund. |

Also kommt auf den Quadratfuſs $\frac{23,54}{14,06} = 1,68$ Pfund, und der Verlust auf den Quadratfuſs gegen reines Blech beträgt $1,68 - 1,42 = 0,24$ Pfund, oder etwa den sechsten Theil.

Nach diesen Sätzen, die auch Herr *Renaudot* und sein Geschäftsgefährte annehmen, sind die Kosten eines Quadratfuſses Dachdecke folgende.

| | | |
|---|---|---|
| Für 1,68 Pfund gewalzten Zink, zu 9 Thlr. 27 Sgr. den Centner, | | 4,39 Sgr. |
| Für das Formen, Legen, Löthen, und für Nägel | | 0,79 - |
| Neben-Ausgaben für Abgänge etc. 5 p. C. | | 0,26 - |
| | | 5,44 Sgr. |
| 10 p. C. dem Unternehmer | | 0,54 - |
| Thut zusammen für den Quadratfuſs | | 5,98 Sgr. |

Daſs dieser Preis um ein wenig höher ist, als was man einigen Werkleuten zu Paris bezahlt, kommt von der Gröſse der Wulste her, die öfters noch kleiner als 5 Linien im Durchmesser gemacht werden, so wie von den Heftblechen, bei welchen leider zu sehr gespart wird. Das Arbeitslohn ist eher zu gering, als zu hoch angesetzt; denn man bezahlt in Paris in der Regel noch über einen Silbergroschen für den Quadratfuſs.

Bei den 5 p. C. für Neben-Ausgaben ist vorausgesetzt, dafs man bei der Ausmessung der Fläche alle Oeffnungen abrechne, die mehr als 13 Zoll breit sind und mehr als $1\frac{1}{4}$ Q. F. Fläche haben, desgleichen, dafs keine Zulage für die gewöhnlichen Kehlen, Forste und Grade gegeben werde. Blofs die Rinnen aller Art und die Ausgüsse werden besonders berechnet. Auch ist zu bemerken, dafs der Preis noch derselbe bleibt, wenn wegen des geringen Abhanges des Daches die horizontalen Fugen gelöthet werden müssen; was der laufende Fufs $1\frac{1}{2}$ Sgr. kostet; wogegen aber zum Theil das Blech zur Ueberdeckung, und an Heftblechen gespart wird. Auf gleiche Weise verhält es sich mit diesen Umständen bei den folgenden Berechnungen.

*Nach der zweiten Art, ebenfalls mit Zinkblech No. 15.* (Fig. 2. 6. 7. und 13.) Die Lagerung der Tafeln und die Heftbleche sind die nemlichen, wie vorhin. Blofs die Bedeckung der langen Ränder ändert sich.

| | |
|---|---|
| Fläche der Tafel . . . . . | 16,07 Q. F. |
| Fläche der Ueberdeckung, $4\frac{1}{4}$ Z. breit, . . . . . | 2,13 - - |
| Die Wulste an den Seiten, 6 Linien im Durchmesser, nach Fig. 7., mit etwa 4 Linien Spielraum, vermindern die Breite der Tafeln um etwa $2\frac{1}{3}$ Z.; die horizontale Ueberdeckung vermindert die Länge um $4\frac{1}{4}$ Z. und es bleibt reine Fläche . . . . . | 14,14 Q. F. |
| Die Tafel wiegt, mit den Heftblechen, wie oben, . . | 23,54 Pfund. |
| Die Haube auf den Fugen wiegt . . . . . | 3,03 - |
| Thut zusammen | 26,57 Pfund. |

Es kommt also auf den Quadratfufs bedeckter Fläche $\frac{26,57}{14} = 1,88$ Pfund und der Verlust ist $1,88 - 1,42 = 0,46$ Pfund, oder etwa der vierte Theil.

Die Kosten sind folgende.

| | |
|---|---|
| Für 1,88 Pfund Zink, zu 9 Thlr. 27 Sgr. den Centner, . | 4,92 Sgr. |
| Arbeitslohn . . . . . | 0,98 - |
| 5 p. C. Nebenkosten . . . . . | 0,30 - |
| | 6,20 Sgr. |
| 10 p. C. dem Unternehmer . . . . . | 0,62 - |
| Thut zusammen für den Quadratfufs | 6,82 Sgr. |

*Nach der dritten Art, mit Fugenleisten und mit Zinkblech No. 15.* (Fig. 3. 9. und 13.) *Erstlich* nehmen wir an, dafs, wie zu Paris, die Lei-

sten 16 Linien hoch und die Ränder der Tafeln an den Seiten $12\frac{1}{2}$ Linien breit sind. Die Haube auf den Leisten wird nach Fig. 9. gebogen, mit Zwischenraum zur Abwendung der Haarröhrchenwirkung. Die Haube wird auf die Leisten alle 25 Z. mit eisernen Holzschrauben befestigt, welche 15 Linien lang sind und von welchen das Gros, oder 144 Stück, zu Paris 22 Sgr., also das Stück etwa 2 Spf. kostet. Ueber die Köpfe der Holzschrauben werden Zinkblättchen gelöthet. Mit den obern und untern Rändern der Tafeln, den Heftblechen und Nägeln, verhält es sich wie vorhin.

Herr *Renaudet* berechnet die Kosten dieser Deckungs-Art wie folgt.

| | |
|---|---|
| Gewicht des Quadratfufses der Zinktafeln No. 15. . . | 1,42 Pfund. |
| Zusatz für die Ränder, die Ueberdeckung und die Heftbleche, auf den Quadratfufs . . . . . | 0,16 - |
| Für die Hauben der Fugenleisten, aus Zink No. 16., $3\frac{1}{3}$ Z. breit, . . . . . | 0,21 - |
| Thut an gesammten Gewicht auf den Quadratfufs | 1,79 Pfund. |
| Diese 1,79 Pfund Zink kosten . . . . . | 4,67 Sgr. |
| Arbeitslohn . . . . . | 0,79 - |
| 5 p. C. Nebenkosten . . . . . | 0,27 - |
| | 5,73 Sgr. |
| 10 p. C. dem Unternehmer . . . . . | 0,57 - |
| Thut zusammen für den Quadratfufs, ohne die Fugenleisten, | 6,30 Sgr. |

*Zweitens* wollen wir annehmen, dafs die Leisten $18\frac{1}{3}$ Linien breit, $13\frac{3}{4}$ Linien hoch sind (Fig. 3. 10. und 14.) und dafs die Tafeln nebst der Haube nach Fig. 10. gebogen werden. Oben und unten sollen die Tafeln um 2 Linien umgebogen werden. Statt durch die breiten Heftbleche der vorigen Art sollen die Tafeln durch drei Hefte von $2\frac{1}{4}$ Zoll lang und $1\frac{9}{10}$ Z. breit gehalten werden, die man nach Fig. 3. und 14. oben löthet.

| | |
|---|---|
| Die Fläche einer Tafel ist, wie oben, . . . . . | 16,07 Q. F. |
| Die Haube hält . . . . . | 2,54 - - |
| Die Fläche, welche eine Tafel bedeckt, ist also | 14,31 Q. F. |
| Gewicht der Tafel . . . . . | 22,81 Pfund. |
| Für Heftbleche von Zink No. 17. . . . . | 0,17 - |
| Für Haube und Deckel von Zink No. 16. . . . . | 4,31 - |
| Gesammtes Gewicht | 27,29 Pfund. |

Thut auf den Quadratfufs $\frac{27,29}{14,31} = 1,90$ Pfund.

Der Verlust ist hier 1,90 — 1,42 = 0,48 Pfund, oder etwa der dritte Theil.

Die Kosten sind folgende.

| | |
|---|---|
| Für 1,90 Pfund Zink . . . . . | 4,99 Sgr. |
| Für 4 grofsköpfige Nägel von Zink, zu dem oberen Rande der Tafel, zu 4 Sgr. das Hundert, . . . . . | 0,01 - |
| Für Löthung von 3 Heftblechen . . . . . | 0,03 - |
| Für 2 Holzschrauben, mit Löthung und Kappen von Zink, zu der Haube, . . . . . | 0,06 - |
| Für die Leisten von eichenem Holze, mit Arbeitslohn, . | 0,35 - |
| Für 3 starke Nägel mit versenkten Köpfen zur Befestigung der Leisten . . . . . | 0,04 - |
| Arbeitslohn, ohne Nägel und Löthung, . . . . . | 0,86 - |
| 5 p. C. Nebenkosten . . . . . | 0,31 - |
| | 6,65 Sgr. |
| 10 p. C. dem Unternehmer . . . . . | 0,66 - |
| Thut zusammen für den Quadratfufs | 7,31 Sgr. |

Zieht man hievon für die Leisten 0,42 Sgr. (nemlich mit 15 p. C. Nebenkosten gerechnet) ab, so bleibt 6,89 Sgr. für den Quadratfufs, so dafs also diese Deckungs-Art beinahe gerade so viel kostet, als die *zweite.*

*Anmerkungen.* Die Verschalung von 6 bis 8 Linien dicken Latten aus Pappeln- oder Tannenholz kostet zu Paris, mit allem Zubehör, der Quadratfufs 1 bis 1¼ Sgr., je nachdem die Bretter dünner oder dicker sind. (Man sehe unten bei den kleinen Tafeln die Berechnung nach Herrn *Lebobe.*)

Die obigen Berechnungen stimmen, wie schon oben bemerkt, fast ganz mit denen, welche Herr *Renaudot* aufgestellt hat. Derselbe hat geäufsert, er sei bereit, auch in den Departements Zinkdächer zu übernehmen, und zwar für die oben angesetzten Preise, aber mit Zulage der Kosten des Transports des Zinks und der Arbeiter, deren Arbeit dann noch etwa um den dritten Theil höher bezahlt werden müsse, wegen der verschiedenen Verluste an Zeit, die dem *Unternehmer* zur Last fallen. Er verlangt deshalb für den Quadratfufs Decke, nach der zweiten und dritten Art, an Arbeitslohn 1,42 Sgr., mit Nägel und Löthung. Dieses ist 0,16 Sgr. weniger, als für die von Herrn *Place* ausgeführten Zinkdecken in Bourbon-Vendée bezahlt worden ist, für deren Herstellung die Arbeiter 2,76 Sgr. für den Quadratfufs und im Ganzen 3,74 Sgr. nach der Deckungs-Art mit

Fugenleisten und nach Fig. 12. umgebogenen horizontalen Fugen verlangen. Rechnet man zu den obigen 1,42 Sgr. noch 0,76 Sgr. für das Abnehmen der alten Zinkdecke, Vermehrung der Löthungen und das Richten der Zinktafeln, so finden sich 2,18 Sgr. Kosten der *Umlegung* einer Zinkdecke auf den Quadratfufs; wozu noch die Reisekosten der Arbeiter kommen.

Herr *Renaudot* verbürgt sich für seine Arbeiten auf zwei Jahre, und beruft sich auf die Zinkdecken aus grofsen Tafeln, die er in den Jahren 1832 und 1833 zu Cambrai und auf der Caserne zu Rocroi unter der Direction des Herrn Commandanten *Douville* und des Herrn Hauptmann *Denièport* hat machen lassen.

Wir fügen zu diesen Bemerkungen noch Folgendes hinzu.

*Erstlich.* Der laufende Fufs Rinne oder geschlossene Röhre von Zinkblech No. 14. kostet zu Paris, mit Arbeitslohn beim Anheften, so wie mit Löthung und Haken von weichem Eisen, 25 Z. von einander entfernt, wenn die Rinne oder Röhre $9\frac{1}{2}$ Z. Umfang hat, $7\frac{1}{2}$ Sgr., und wenn sie $12\frac{2}{3}$ Z. Umfang hat, 9,3 Sgr. . . . .

*Zweitens.* Alter Zink und Abschnittsel werden zu Paris, und wahrscheinlich auch anderwärts in der Nähe von Fabriken, mit der Hälfte dessen bezahlt, was der gewalzte neue Zink im Handel kostet; so dafs also der Zink auf Dächern, dessen Kosten bei einer neuen Decke, wie wir oben sahen, etwa zwei Drittheil der gesammten Kosten ausmachen, ungefähr ein Drittheil dieser gesammten Kosten werth ist.

*Drittens.* Die blechernen Oefen, in welchen die Zinktafeln gebogen werden, müssen immer so lang sein, als die Tafeln. Man mufs das Biegen auf den Dächern wegen der Feuersgefahr so viel als möglich nicht gestatten. Man mufs darauf halten, dafs die Wulste und die sonstigen Biegungen auf sehr gut und glatt geschmiedeten eiserner Chablonen von angemessener Gröfse gemacht werden, damit sie keine Risse und Ungleichheiten bekommen.

*Viertens.* Die Zinktafeln müssen einzeln und sehr sorgfältig geprüft, auch gewogen werden, um das mittlere Gewicht zu finden, wonach sie bezahlt werden, und um die fehlerhaften Stellen, Brüche, Risse, Löcher u. s. w. zu entdecken. Die Untersuchung der Tafeln mufs kurz vor der Legung derselben, und auf dem Dache wiederholt werden, um zu sehen, ob sie nicht etwa beim Transport oder beim Hinaufbringen Schaden gelitten haben, und um die Schäden, wenn es angeht, zu verbessern.

*Fünftens.* Die zu starken Unebenheiten der Verschalung mufs man wegschaffen, weil daraus für die Tafeln unrichtige Biegungen, oder für die Wulste hohle Lager entstehen können. Die Wulste mufs man in solchen Fällen durch dünne hölzerne Keile unterstützen, damit sie nicht brechen.

### Decken aus kleinen Tafeln.

Wir werden hier die Berechnungen mittheilen, welche uns die Unternehmer überliefert haben, aber den Preis von 9 Thlr. 27 Sgr. für den Centner Zink beibehalten, um die Kosten der verschiedenen Deckungs-Arten richtiger *vergleichen* zu können.

*Nach der Deckungs-Art des Herrn Lebobe.* Auf den Quadratfufs gehen 1,452 kleine Tafeln, und die Tafel wiegt, aus Zink No. 14. 1,20 Pfund, aus Zink No. 15. 1,32 Pfund und aus Zink No. 16. 1,62 Pfund. Dabei ist aber der Zink nach der alten Art numerirt, welche einige Fabricanten noch beibehalten. Nach dieser Art wiegt der Quadratfufs Blech 1,69 Pfund, welches jetzt das Gewicht von No. 17. ist. Dies macht indessen keine Schwierigkeit, da sich die Rechnungen des Herrn *Lebobe* leicht reduciren lassen und der Zink No. 16. zu kleinen Tafeln wenig gebräuchlich ist.

Für Abgänge, Prägung, Heftbleche und Löthen setzt Herr *Lebobe* den 14ten Theil der Kosten des Zinks hinzu; wonach leicht die Kosten von Tausend oder Hundert zu Paris fertig gelieferten Zinkschiefern zu berechnen sein werden.

Nimmt man auf die im zweiten Abschnitt beschriebenen Veränderungen (Fig. 33.) Rücksicht, so wird noch 4 oder 5 Procent der Kosten des Metalls zuzusetzen sein; also 12 bis 14 Sgr. auf den Centner. Dieses scheint ein wenig viel, erklärt sich aber daraus, dafs Herr *Lebobe* wegen der Veränderungen neue stählerne Stempel hat müssen machen lassen, welche theuer sind.

Die Kosten des Deckens setzt Herr *Lebobe* auf 0,315 Sgr. für den Quadratfufs; wozu noch der sechste Theil kommt, wenn Dächer aufserhalb Paris durch seine besten Arbeiter gedeckt werden sollen; so dafs also dort der Quadratfufs 0,367 Sgr. kostet. Ein Hundert Heftnägel von Zink wiegen 0,356 Pfund und kosten $2\frac{2}{3}$ Sgr. Zwei Nägel gehören zu jeder Tafel, und also etwa 3 zu einem Quadratfufs Decke.

Die Ausmessung geschieht ohne Abzug; aber man setzt bei den Rinnen $4\frac{1}{2}$ Zoll an der Breite zu, wegen der Umbiegung der daran stofsen-

den Tafeln; $5\frac{3}{4}$ Zoll bei den Graden, wegen des Verschnitts und der Haube, und 3 Zoll bei den Kehlen. Die Abgänge nimmt der Unternehmer nach dem Gewicht für den halben Preis des gewalzten Zinks zurück.

Die Kosten der Verschalung auf den Quadratfuſs sind zu Paris folgende.

| | |
|---|---|
| Für $2\frac{1}{2}$ laufende Fuſs Latten von Pappeln oder Tannenholz, $5\frac{3}{4}$ Zoll breit, zu 0,37 Sgr., | 0,93 Sgr. |
| Für Nägel | 0,14 - |
| An Arbeitslohn | 0,16 - |
| Thut zusammen für den Quadratfuſs | 1,23 Sgr. |

Hiezu kommen noch 10 p. C. des Betrages für den Entrepreneur. Aber wir bringen sie nicht in Rechnung, da die Holzpreise an anderen Orten geringer sein können. Inzwischen hält Herr *Lebobe* sehr darauf, daſs die Verschalung durch *seine* Leute, oder doch unter ihrer Aufsicht gemacht werde, damit die Zinktafeln ein gutes Lager bekommen.

Die Kosten der Zinkdecke auf den Quadratfuſs sind nun, mit Blechtafeln No. 14., folgende.

| | |
|---|---|
| Für 1,78 Pfund Zink, ganz zubereitet, zu 2,81 Sgr., | 5,00 Sgr. |
| Für Zinknägel | 0,08 - |
| An Arbeitslohn | 0,32 - |
| | 5,40 Sgr. |
| 10 p. C. für den Unternehmer | 0,54 - |
| Thut zusammen für den Quadratfuſs | 5,94 Sgr. |

Zu diesen Kosten müſste man noch die Zulage für die Kehlen, Grade, Forste und Ränder an den Rinnen nach den obigen Bemerkungen setzen. Sie sind aber bei jedem Gebäude anders. Nimmt man, wie es Gebrauch ist, 5. p. C. dafür an, was auch für Dachflächen von durchschnittlich 3000 Quadratfuſs groſs ganz passend ist, so erhält man 6,24 Sgr. für die gesammten Kosten eines Quadratfuſses Zinkdecke aus kleinen Tafeln von Blech No. 14.

Für Tafeln von Blech No. 15. sind die Kosten:

| | |
|---|---|
| Für 1,95 Pfund Zink, zu 2,81 Sgr., | 5,48 Sgr. |
| Für Nägel und Arbeitslohn zusammen | 0,40 - |
| 5 p. C. an Zulage | 0,29 - |
| | 6,17 Sgr. |
| 10 p. C. für den Unternehmer | 0,62 Sgr. |
| Thut zusammen für den Quadratfuſs | 6,79 Sgr. |

Für Bleche No. 16., nach der gewöhnlichen Numerirung, oder No. 17., nach Herrn *Lebobe*, findet man 8,23 Sgr. und ohne die 10 p. C. für den Entrepreneur 7,48 Sgr.

Der Preis für Blech No. 15. kommt, wie man sieht, ungefähr dem für die gebräuchlichste Deckungs-Art mit *grofsen* Tafeln gleich.

Die *Erhaltung* der Dächer und Ausbesserung der Schäden, selbst der von grofsen Stürmen angerichteten, übernimmt Herr *Lebobe* auf einen Zeitraum von 15 bis 20 Jahren für ein jährliches Abonnement von 0,0236 Sgr. für den Quadratfufs oder 3,4 Sgr. für die Quadratruthe Dachfläche.

*Nach der Deckungs-Art des Herrn Renaudot.* Im zweiten Abschnitte haben wir die Maafse und das Gewicht der cannelirten Zinkschiefer des Herrn *Renaudot* angegeben, aber das Gewicht der Heftbleche und Haken war darunter nicht mitbegriffen. Mit Rücksicht auf diese sind die Kosten eines Quadratfufses, und zwar *aus Blechen No. 14.* verfertigter Dachdecke folgende:

| | |
|---|---|
| Für 1,182 Tafeln, 1,89 Pfund wiegend, ohne Heftbleche etc., zu 2,62 Sgr., . . . . . | 4,96 Sgr. |
| Façonnirung der Tafel, zu 0,24 Sgr. das Stück, . . . . | 0,28 - |
| Für Zink zu den Heftblechen etc. . . . . | 0,43 - |
| Für Verfertigung derselben, zu 1,2 Sgr. das Pfund, . . | 0,19 - |
| Für Löthung und Zubehör . . . . . | 0,37 - |
| Für starke Zinknägel . . . . . | 0,09 - |
| Für das Legen der Tafeln . . . . . | 0,39 - |
| | 6,71 Sgr. |
| 2 p. C. für Abgänge . . . . . | 0,14 - |
| | 6,85 Sgr. |
| 10 p. C. dem Unternehmer . . . . . | 0,69 - |
| Thut zusammen für den Quadratfufs, mit Blechen No. 14., | 7,54 Sgr. |

Die Tafel wiegt, zusammen mit ihren beiden Ohren und Heftblechen, 1,75 Pfund und kostet zu Paris 5⅓ Sgr.; so dafs also der Zink etwa um den sechsten Theil theurer zu rechnen ist.

Liefse man, wie es im zweiten Abschnitt vorgeschlagen wurde, das eine der Heftbleche weg, machte das andere nebst den Ohren kleiner, und beschränkte die horizontale Ueberdeckung auf zwei Zoll, so liefse sich an den obigen Kosten wohl noch der 10te Theil sparen, ohne Nachtheil

der Festigkeit und Dauer, und sie würden sich also nur auf 6,80 Sgr. für den Quadratfufs belaufen; das Gewicht auf 1,92 Pfund. Nähme man, wie es ebenfalls weiter oben vorgeschlagen wurde, 18 Z. lange und 15 Z. breite Tafeln zu dieser Dachdeckung, so würde der Quadratfufs nur 5,83 Sgr. kosten; also nur etwa so viel, als die Deckung nach Art des Herrn *Seyffert*. (Man sehe weiter unten.)

*Mit Zinkblech No. 15.* sind die Kosten folgende.

| | |
|---|---|
| Für 1,182 Tafeln, 2,1 Pfund wiegend, zu 2,62 Sgr., . . | 5,50 Sgr. |
| Für Heftbleche, Nägel und Arbeitslohn . . . . . | 1,84 - |
| | 7,34 Sgr. |
| 2 p. C. für Abgänge . . . . . | 0,14 - |
| 10 p. C. dem Unternehmer . . . . . | 0,75 - |
| Thut zusammen für den Quadratfufs, mit Blech No. 15., | 8,23 Sgr. |

Die Tafel wiegt hier, mit den Ohren und Heftblechen, 1,92 Pfund und kostet 5,8 Sgr., ohne Zulage; welches die Kosten des Zinks nur etwa um den siebenten Theil erhöht.

Wir haben schon bemerkt, dafs Herr *Renaudot* meint, Bleche von No. 17., die wegen der Cannelirungen und Umbiegungen schwer zu formen sind, würden niemals nöthig sein.

Dafs für Verschnitt blofs 2 p. C. angesetzt sind, kommt daher, dafs Herr *Renaudot* die Grade und Forste mit Blei zu bedecken besonders berechnet, und zwar nach folgenden Sätzen, bei welchen angenommen ist, dafs der Streifen Blei $10\frac{3}{4}$ Zoll breit und 1 Linie dick sein soll, so dafs der Quadratfufs 6,17 Pfund wiegt. Zu dem laufenden Fufs gehören alsdann

| | |
|---|---|
| 4,81 Pfund Blei, zu 3,08 Sgr., . . . . . | 14,81 Sgr. |
| Arbeitslohn, zu 0,3 Sgr. für das Pfund, . . . . . | 1,48 - |
| Heftbleche, Löthung, Nägel etc. . . . . | 3,77 - |
| | 20,06 Sgr. |
| 10 p. C. dem Unternehmer . . . . . | 2,01 - |
| Thut zusammen für den laufenden Fufs | 22,07 Sgr. |

Dieser Zusatz kann aber leicht den Preis so erhöhen, dafs $6\frac{2}{3}$ p. C. statt 2 p. C. gerechnet werden müssen; was denn z. B. für Bleche No. 15. 8,69 Sgr. für den Quadratfufs geben würde. Mit Hülfe der angedeuteten Ersparungen aber würde sich der Preis auf 7,82 Sgr. und das Gewicht des Quadratfufses auf 2,13 Pfund reduciren.

Kehlen und Rinnen von Blei werden, ihrer Gröfse gemäfs, nach gleichen Sätzen bezahlt. Oeffnungen in der Decke von weniger als 13¼ Z. lang und breit werden von der Dachfläche nicht abgezogen.

*Nach der Deckungs-Art des Herrn Seyffert* gehören, zufolge dessen Angabe, 0,853 Tafeln zu einem Quadratfufs, wenn sich die horizontalen Fugen blofs um 2 Z. überdecken. Der Centner kleiner Tafeln, geprägt und zum Legen fertig, kostet, von allen Nummern, 11 Thlr. 1 Sgr. Es kommen also 1 Thlr. 4 Sgr. auf Zubereitung, Heftbleche und Abgänge: bei Herrn *Renaudot* 1 Thlr. 18 Sgr. bis 1 Thlr. 22 Sgr.: bei Herrn *Lebobe* nur 21 Sgr.

Die Kosten eines Quadratfufses Dachdecke nach dieser Art sind folgende.

*Erstlich* mit Blechen No. 14.

| | |
|---|---|
| Für 1,63 Pfund Zink, zu 2,62 Sgr., . . . . . | 4,27 Sgr. |
| Für Latten aus Nordischem Tannenholz . . . . . | 0,71 - |
| Für Abgänge vom Zink . . . . . | 0,09 - |
| Arbeitslohn, Löthen etc., mit Zulage, . . . . . | 1,15 - |
| Zusammen | 6,22 Sgr. |

*Zweitens* mit Blech No. 15.

| | |
|---|---|
| Für 1,76 Pfund Zink, zu 2,62 Sgr., . . . . . | 4,61 Sgr. |
| Für Latten . . . . . | 0,71 - |
| Für Abgänge . . . . . | 0,10 - |
| Arbeitslohn . . . . . | 1,31 - |
| Zusammen | 6,73 Sgr. |

Zieht man die Kosten der Verschalung ab, so ist der Preis bedeutend geringer, als bei Herrn *Lebobe*, nemlich um 0,35 Sgr.; und um 0,79 Sgr., wenn man bei beiden Arten die Verschalung mitrechnet. Aber das Gewicht des Zinks scheint hier ein wenig zu geringe angesetzt.

Uebrigens rechnet Herr *Seyffert* die Fläche der Bedeckung der Grade mit, und wegen des Verschnitts noch 2 Sgr. für den laufenden Fufs Zusatz. Dieses kann den Preis etwa noch um 6 p. C. erhöhen, so dafs derselbe, ohne die Kosten der Verschalung, für Bleche No. 14. 5,81 Sgr. und für Bleche No. 15. 6,41 Sgr. betragen würde.

Uebersicht der Preise der verschiedenen Arten Decken, mit Blechen No. 15.

Die oben gefundenen Preise, bei welchen die jetzigen Kosten des Zinks in Paris zum Grunde gelegt sind, sind folgende:

| Zinkdecken aus grofsen Tafeln. | Gewicht auf den Quadratfufs. | Kosten eines Quadratfufses Decke. | Kosten auf das Pfund. |
|---|---|---|---|
| Erste Art, mit doppelter Aufrollung, | 1,68 Pfd. | 5,98 Sgr. | 3,57 Sgr. |
| Zweite Art, mit behaubten Fugen, | 1,88 - | 6,82 - | 3,64 - |
| Dritte Art, mit hölzernen Fugenleisten, | 1,79 - | 6,30 - | 3,54 - |
| Desgleichen, modificirt, ohne Leisten, | 1,90 - | 6,89 - | 3,60 - |
| und mit Leisten | 1,90 - | 7,31 - | 3,86 - |
| Zinkdecken aus kleinen Tafeln. | | | |
| Nach Art des Herrn *Lebobe* | 1,95 - | 6,79 - | 3,45 - |
| Verstärkt | 1,96 - | 6,99 - | 3,64 - |
| Nach Art des Herrn *Renaudot* | 2,26 - | 8,68 - | 3,79 - |
| Verstärkt | 2,13 - | 7,82 - | 3,68 - |
| Nach Art des Herrn *Seyffert* | 1,77 - | 6,41 - | 3,61 - |

Diese Uebersicht zeigt,

*Erstlich,* dafs zwar die Kosten der verschiedenen Deckungs-Arten mit Zink ziemlich verschieden sind, wenig aber das Gewicht des dazu nöthigen Zinks.

*Zweitens,* dafs unter den Deckungs-Arten mit *grofsen* Tafeln diejenige mit behaubten Fugen die theuerste ist.

*Drittens,* dafs die Deckungs-Art des Herrrn *Seyffert* zwar nach den Kosten überhaupt die wohlfeilste ist, aber nicht im Verhältnifs zu dem dazu nöthigen Metall.

*Viertens,* endlich, dafs die Art des Herrn *Lebobe* im Verhältnifs zu dem Gewicht des Metalls von allen die wohlfeilste ist; was auch noch eben so bleibt, wenn man überall die Kosten der Verschalung mit $1\frac{1}{4}$ Sgr. für den Quadratfufs hinzurechnet.

## Allgemeine Bemerkungen, und Beschluſs.

Wir haben zu bedauern, daſs wir zu keinen bestimmten Nachrichten über die *Erhaltungskosten* und die *Dauer* der Zinkdecken haben gelangen können. Wahrscheinlich sind die Erhaltungskosten der Decken aus groſsen Tafeln nur geringe, und die Dauer der Decken ist beträchtlich, sobald sie sorgfältig gemacht sind und die Dächer einen angemessenen Abhang haben. Aber in Erwägung der oben gedachten mannigfachen Beschädigungen, welche Zinkdächern widerfahren sind, scheint es, daſs die Dauer durch eine nicht sorgfältige Ausführung, und selbst durch Mängel der Verschalung und der Dachgerüste, sehr vermindert wird; besonders wenn die Dächer sehr den Stürmen ausgesetzt sind.

Nach unserer Meinung sollte man in solchen Fällen an den ersten Anlagekosten nicht zu sehr sparen, sondern für eine angemessene Festigkeit durch die Dicke der Zinktafeln und Verstärkung der Befestigung derselben zu sorgen suchen.

Die Tafeln No. 14. scheinen uns für Dächer zu passen, die im Schutz liegen; die Tafeln No. 15. für sehr hohe und breite Dächer. In den schwierigen Lagen wäre sogar zu den Tafeln No. 16. zu rathen, deren man sich z. B. bei dem neuen Pallaste am Quai d'Orsay zu Paris und bei mehreren unserer Casernen bedient hat. Endlich scheint es, wegen der Schwierigkeiten, die die Decken aus *groſsen* Tafeln nach der ersten Art (Abschnitt 1.) haben, auch beim Legen der Tafeln, welches sehr geübte Arbeiter erfordert, daſs überall die dritte Art mit $1\frac{1}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$ Z. dicken Fugenleisten die bessere sei, obgleich sie etwas theuer ist.

Die Decken aus *kleinen* Tafeln, oder mit Zink*schiefern*, werden offenbar mehr Erhaltungskosten erfordern, als die, sorgfältig aus groſsen Tafeln verfertigten. Denn wenn man auch nicht zu befürchten hat, daſs eine ganze Dachfläche abgerissen oder beschädigt werde, so werden sich doch die Schäden mit der Zeit je mehr und mehr häufen, wie das Metall oder die Löthungen mürbe werden und es seine Elasticität durch die wiederholten Erschütterungen vom Winde verliert. In Ermanglung directer Beobachtungen lassen sich ungefähr aus dem jährlichen Abonnement von 3,4 Sgr. für die Quadratruthe, welches Herr *Lebobe* bei den Dächern der Barrièren von Paris sich bezahlen läſst, die Kosten der Erhaltung be-

urtheilen. Sie sind immer noch nicht halb so hoch, als die von Schieferdächern.

Gleichwohl dürfte den Decken aus kleinen Tafeln der Vorzug gebühren, weil sie leichter zu machen und herzustellen sind: in dem Maafse, dafs solches überall von gewöhnlichen Dachdeckern, mit Hülfe von Klempnern bei den Löthungen, geschehen kann.

Um auf die Weise, wie es Herr *Belmas* in seiner oben oft citirten Abhandlung gethan hat, eine Vorstellung von der Ersparung zu geben, die sich durch Zinkdächer gegen Ziegel- und Schieferdächer erreichen lassen dürfte, wollen wir die Deckungs-Art des Herrn *Lebobe*, die, wie sich oben zeigte, eine der wohlfeilsten ist, in den Vergleich ziehen. Wir nehmen 26 Grad oder 1 auf 2 als den hier passendsten Abhang des Daches an, und setzen mit Herrn *Belmas* voraus, dafs die Verbandhölzer eben so stark sein sollen, als bei Ziegel- und Schieferdächern. Aus seinen Berechnungen erhellt, dafs auf die Quadratruthe horizontaler Grundfläche des Daches etwa 27½ Cubikfufs Dachverbandholz kommen, während die Fläche der Verschalung etwa 1,12 mal die horizontale Grundfläche beträgt. Hiernach ändert sich die Berechnung des Herrn *Belmas* (Man sehe dieselbe im 8ten Bande dieses Journals, Heft 4. S. 358 etc.), wenn man, wie dort, 24¾ Sgr. für den Cubikfufs Holz annimmt, für eine Zinkdecke nach Art des Herrn *Lebobe* wie folgt:

| | | |
|---|---|---|
| Für 27½ Cubikfufs Holz, zu 24¾ Sgr., . . . . . | 22 Thlr. | 20½ Sgr. |
| Für 161 Q. F. Zinkdecke, aus Blech No. 15., zu 6,79 Sgr., . . . . . | 36 - | 13½ - |
| Für 161 Q. F. Verschalung, zu 1¼ Sgr., . . . . | 6 - | 21 - |
| Thut zusammen | 65 Thlr. | 25 Sgr. |

Diese Kosten sind ungefähr um den vierten Theil höher, als diejenigen, welche Herr *Belmas* für eine Zinkdecke aus grofsen Tafeln findet: auf einem Dache von nur 21 Grad Abhang (Man sehe den 8ten Band S. 361, das Dach No. 12. Es finden sich dort 53 Thlr. 3 Sgr.). Nimmt man nun eine Dauer von 50 Jahren an, und 3,4 Sgr. Erhaltungskosten für die Quadratruthe, so findet man, wenn man die aufgehäuften Zinsen in Rechnung bringt, dafs sich die Kosten nach 100 Jahren in Allem auf 9499 Thlr. 2 Sgr. belaufen. Die Kosten der Schiefer- und Ziegeldächer, mit 45 Grad Abhang, betragen 10 795 Thlr. 15 Sgr. und 9760 Thlr. 6 Sgr.

(Band 8. S. 358 und 359, No. 2. und 3.). Die Zinkdecke aus kleinen Tafeln würde also zu Paris noch wohlfeiler sein, als ein Ziegel- oder Schieferdach, jedoch theurer als ein Hohlziegeldach mit 21 Graden Abhang, für welches die Kosten nach Herrn *Belmas* (8ter Band, S. 359 No. 4.) nur 7118 Thlr. 11 Sgr. betragen. [Man sehe aber wegen dieser Berechnungen die Erinnerungen im 8ten Bande dieses Journals S. 361 — 6. D. H.]

Es scheint, dafs diese Resultate, was das Arbeitslohn und die Materialien, aufser dem Zink, betrifft, nicht zu bestreiten sind. Die Preise haben sich seit 1832 nicht bedeutend verändert. Auch die Kosten der Erhaltung der verschiedenen Arten von Dächern scheinen ziemlich fest zu stehen. Blofs die Dauer des gewöhnlichen Schiefers, welche Herr *Belmas* auf 25 Jahre setzt, möchte nach den neueren Erfahrungen der Fortifications-Behörde zweifelhaft sein. In der That wird die Dauer des Schiefers in einem neulichen Bericht des Herrn Obristlieutenant *Picot* aus Brest, wo man sich durchaus gegen die *Verdingung* der Erhaltung der Dächer erklärt, auf mehr als 60 und selbst auf 80 Jahre geschätzt; wobei freilich das Gefälle der Dächer nicht angegeben ist. Indessen ist nicht zu übersehen, dafs die Schiefer, welche man früher zu Dächern nahm, dicker sind, als jetzt, und dafs Herr *Belmas* bei seinen Berechnungen blofs Paris im Auge hatte, wo man sehr auf Verminderung der ersten Anlagekosten bedacht ist und wo die Dächer gewöhnlich 30 bis 40 und noch mehrere Grade Abhang haben.

Jedenfalls ist es aber wohl unzweifelhaft, dafs in den meisten Gegenden die Zinkdächer, aus kleinen, zu Paris geformten Tafeln, theurer sein werden, als die gewöhnlichen Schieferdächer. Dieses ist aus den obigen Daten leicht zu sehen. Dächer aus Hohlziegeln sind unstreitig ohne alle Ausnahme wohlfeiler, als jede Art Zinkdach; wenigstens so lange der Zink so theuer ist, wie jetzt.

Uebrigens können, eben wie man besonderer Umstände und architektonischer Rücksichten wegen dem Schiefer, dem Blei, dem Blech, oder dem Kupfer zu einem Dache den Vorzug giebt, ungeachtet dieses oder jenes theurer ist, auch Fälle vorkommen (über welche dann die Behörde zu entscheiden hat), wo man sich bewogen findet, den Zink in grofsen oder kleinen Tafeln zu wählen. Die gegenwärtige Abhandlung war nur bestimmt, die Construction und die Vortheile und Nachtheile der Zinkdächer auseinanderzusetzen.

Zusammengenommen ist *unsere* Meinung über die verschiedenen Dachdeckungs-Arten mit Zink folgende:

*Erstlich.* *Kleine* Tafeln oder *Zinkschiefer*, wohlbefestigt, scheinen, wenigstens bis auf weitere Erfahrungen, besser, als *grofse*, weil sie weniger beträchtlichen Beschädigungen ausgesetzt sind, als diese, und weil sich die Deck-Art mehr der mit gewöhnlichen Steinschiefern nähert, weniger Fehler dabei zu fürchten und die Ausbesserungen leichter sind.

*Zweitens.* Unter den Deck-Arten mit *grofsen* Tafeln scheint diejenige mit Leisten auf den Seitenfugen, die auf der Verschalung vorstehen und eine Haube von Zink haben, die bessere, obgleich sie etwas theurer ist: aus dem Grunde, weil sich diese Art Decke leichter machen und ausbessern läfst und gegen Wind und Regen fester ist, als die andern.

*Drittens*, endlich, sind wir der Meinung, dafs man die Dachgerüste der Militairgebäude niemals zu leicht und schwach machen und ihnen nicht weniger als 1 auf 2 Abhang geben sollte. Auf flachern Dächern müssen die horizontalen Fugen der Zinktafeln gelöthet werden.

[Der *Kosten-Ersparung* wegen wird man sich wohl nie des Zinks oder eines andern Metalls zur Bedeckung der Dächer bedienen. Wenn ein Dach mehr als 1 auf 2 Abhang hat, so dafs noch platte Ziegel (Bieberschwänze) eine *dichte* Decke geben, ist ein Kronendach von Bieberschwänzen wohl ziemlich überall wohlfeiler herzustellen möglich, als ein Metalldach, und es dauert, wenn die Steine fest gebrannt sind, auch wohl eben so lange, und länger als das Metalldach, so dafs auch auf die Folgezeit, nemlich auf die Erhaltung und dereinstige Erneurung gerechnet, das Ziegeldach wohlfeiler ist. Auch die Feuersicherheit vermehren Metall-Dächer nicht: im Gegentheil sind sie, besonders wegen der Verschalung, feuergefährlicher, als Ziegeldächer; und wenn das Metall ein solches ist, welches leicht schmilzt, wie Blei und Zink, so erschweren sie das Löschen des Feuers. Metalldecken kommen also blofs als Aushülfsmittel dann in Betracht, wenn die Dächer so flach sein sollen, dafs Ziegel nicht mehr dicht halten. Die flachen Dächer haben aber auch in der That so mannichfaltige Vorzüge vor den steilen, dafs zu wünschen wäre, alle Dächer wären flach. In so fern also kommt die Anwendung des Metalls zu Dächern gar sehr in Betracht, und die Untersuchung der besten Art der Anwendung und Benutzung der Metalle zu Dächern ist für die Baukunst von grofsem Interesse, besonders so lange es noch nicht durch die Erfah-

rung entschieden sein mag, ob nicht der *Asphalt* noch besser zu Dächern tauge, als alle Metalle, und selbst dann noch, wenn die Entscheidung *für* den Asphalt ausfallen sollte, für Fälle, wo der Asphalt nicht zu haben oder sehr theuer und dagegen irgend ein Metall wohlfeiler ist.

Ob unter den Metallen der Zink zu Dachdecken am besten sich eigne, wird wohl so lange noch zweifelhaft bleiben, bis es sehr alte, wenigstens 50 Jahre alte Zinkdächer (in so fern sie so alt werden) in Menge giebt, an welchen sich die Dauer und das Verhalten des Zinks hat beobachten lassen. Alle Vergleichungen der Kosten können bis dahin eigentlich immer nur über die ersten Anlagekosten Auskunft geben: denn in so weit sie sich auf die Dauer gründen müssen, beruhen sie bis dahin eigentlich nur auf blofsen Vermuthungen und Voraussetzungen. Was jetzt die Wahl zwischen den verschiedenen Metallen entscheidet, können, nächst den Anlagekosten, nur örtliche Umstände sein: ob nemlich dieses oder jenes Metall leichter und besser zu haben sei, als das andere; ob es ein Landesproduct sei, u. s. w. Und in diesen Rücksichten möchte die Wahl in *hiesiger* Gegend wohl häufig mit Recht auf den Zink fallen. Deshalb ist auch die möglichste Vervollkommnung der *Deckungs-Art* der Zinkdächer für die Architektur auch hier ganz wichtig. Eine solche Vervollkommnung scheint in dem in der Abhandlung beschriebenen Gebrauche kleiner statt grofser Tafeln zu liegen; wenigstens in Rücksicht auf die Ausbesserung und Erhaltung der Dächer. Besonders die gereiften kleinen Tafeln (Fig. 36. u. 38.) scheinen sehr zweckmäfsig zu sein. Vielleicht aber würde man ein noch dichteres und noch leichter auszubesserndes Dach bekommen, wenn man diese Deckungs-Art mit dem Mittel der hölzernen behaubten Leisten über den heruntergehenden Fugen (Fig. 9.) verbände, nemlich die gereiften Tafeln an beiden Seiten in die Höhe böge und die Aufbiegungen, ohne weitere Verbindung mit der Haube über der Leiste, hoch genug unter dieselbe in die Höhe treten liefse, die *horizontalen* Fugen aber alle löthete, wie es auf *sehr* flachen Dächern nöthig ist: und dafs es rathsam sei, die Dächer, wenn man einmal Metall zur Bedeckung nimmt, so flach als möglich zu machen, ist offenbar. Vielleicht giebt die vorstehende Abhandlung auch in hiesiger Gegend Anlafs zu Bemühungen um weitere Vervollkommnung der Deckungs-Art der Zinkdächer, welche wohl jetzt immer noch Manches zu wünschen übrig läfst. D. H.]

# 10.

# Uebersicht der Geschichte der Baukunst, mit Rücksicht auf die allgemeine Culturgeschichte.

(Vom Herrn Bau-Inspector *C. A. Rosenthal* zu Magdeburg.)

(Fortsetzung der Abhandlung No. 2. im 1sten, No. 6. im 2ten, No. 8. im 3ten Hefte 13ten, No. 1. im 1sten, No. 7. im 2ten, No. 8. im 3ten, No. 12. im 4ten Hefte 14ten, No. 1. im 1sten, No. 9. im 2ten, No. 11. im 3ten, No. 15. im 4ten Hefte 15ten, No. 10. im 3ten Hefte 16ten und No. 3. im 1sten und No. 5. im 2ten Hefte dieses Bandes.)

## §. 109.

## *Die Denkmäler.*

Von den *Statuen,* als der einfachsten Art von *Denkmälern,* ist hier nichts weiter zu bemerken, als dafs sie in der spätern Zeit auch unter Baldachinen aufgestellt wurden; wie zu Palmyra: ein Gebrauch, den man früher nicht findet und zu welchem man in südlichen Climaten keinen Anlafs hatte.

*Ehrensäulen* wurden nicht selten errichtet; gewöhnlich aber nur als Untersätze von Statuen; wozu sie denn aber meistens unpassend und, namentlich, viel zu hoch waren. Wir haben früher auseinandergesetzt, dafs *Säulen* nur an Gebäude hingehören, wo sie Lasten zu tragen bekommen, und haben es deshalb wahrscheinlich gefunden, dafs die von *Pausanias* und schon von *Homer* erwähnten Denksäulen der Griechen im Freien, entweder (z. B. die von *Pausanias* genannten) aus späterer Römerzeit herrühren, oder ganz andere Formen als die eigentliche Säule gehabt haben. Von den Römern liefs sich freilich feiner Tact nicht erwarten: aber ein ganz auffallender Beweis von Mangel an richtigem Gefühl ist es, dafs sie, während sie an ihren Gebäuden fast ausschliefslich der corinthischen oder compositen Säulen sich bedienten, den Ehrensäulen, die doch nichts weiter als die leichte Statue zu tragen bekamen, selbst in den bessern Zeiten, z. B. unter Trajan, die schwerere dorische Form gaben. Besonders geschmacklos mufs die Columna rostrata, aus deren Stamm Schiffsschnäbel hervortraten, ausgesehen haben.

Die *Triumphbogen* mufsten, ihrer Natur nach, eine weite und hohe Pforte bilden, und bekamen dadurch eine einfache und entsprechende Form. Weniger zu billigen dürften die dreipfortigen Triumphbogen sein, weil dabei die Andeutung, dafs nur der Triumphator allein die Ehre genie-

fsen sollte, durch die Pforte zu ziehen, verloren ging; wenn gleich die Nebenpforten nur unbedeutend waren. Die rund überwölbte Oeffnung, zu jedem Eingange passend, gehörte hier ganz besonders her; und die Triumphpforten mit geradem Sturze, wie die kleinere des Septimius Severus, dürften nicht zu billigen sein. Die Triumphbogen gestatteten und verlangten einen reichen Schmuck. In der Regel ist derselbe aber im höchsten Grade geschmacklos; auch bei den frühern. Häufig wurde die Form der Triumphbogen, nicht ganz passend, auch zu blofsen Ehrendenkmälern angewendet; desgleichen gab man den Triumphdenkmälern auch andere, im Ganzen ähnliche Formen; wie z. B. dem Denkmal des Philopoppus zu Athen.

Ein überwiegendes Interesse haben die *Grabdenkmäler;* schon weil bei ihnen, anders wie bei den Triumphdenkmälern, die Bedürfnifsfrage gänzlich schweigt und zugleich, im Gegensatz zu dem Falle dieser, der ernstere Sinn der Völker einfacher und daher desto kräftiger sich ausspricht. Keine Stimmung der Seele ist wohl so geeignet, die Schönheit in ihrer ernsteren Beziehung zum Wahren und Guten auszusprechen und in den Kunstwerken dem innern Geiste eine deutlichere Sprache zu geben, als die, welche der Gedanke an den Tod und an geliebte Verstorbene erregt. So zeigt sich denn auch hier im Allgemeinen der ernste Grundzug im Character der Römer auf eine erfreulichere Weise, als bei ihren andern Bauwerken.

Wir unterscheiden bei den Römern sechs verschiedene Arten von Grabdenkmälern: die unterirdischen; die kleinen, sarkophag-ähnlichen; die älteren kegel- und pyramidalförmigen; die einfachen, thurmartigen; die in Absätzen emporsteigenden gröfsern Denkmäler der Kaiser; und endlich die tempelartigen.

Den uralten Gebrauch der *unterirdischen* Grabmäler behielten die Hetrurer bei; und so ging er auf die Römer über. Die hetrurischen Catacomben von Tarquinia, deren wir schon früher gedachten, zeichnen sich, im Vergleich zu denen älterer Völker, durch eine regelmäfsig bauliche Form aus. Von den vielen Grabmälern bei Rom, Syracus und Neapel u. s. w. läfst sich nicht mit Sicherheit sagen, wann und zu welchem Behuf sie ausgehöhlt wurden. Sie hatten ursprünglich durchaus keine bauliche Form; denn die hineingebauten Capellen u. s. w. sind aus christlicher Zeit, wo die Gruben ebenfalls noch zu Gräbern benutzt wurden. Als ein von den Römern eingerichtetes, oder doch benutztes, unterirdisches Grab, bei welchem man zugleich an der Eingangsseite einige Hallen vor-

gebaut hat, ist das der Scipionen, welches den merkwürdigen Sarkophag des Scipio Barbatus enthielt; es hat, wenn auch keine architektonische, so doch eine regelmäfsige Form; ferner das der Nasonen, von ganz einfacher Form; endlich auch eine runde Grabkammer von 15 Fufs im Durchmesser und 10 F. Höhe, welche an die Schatzhäuser der Pelasger erinnert, jedoch halbzirkelförmig geschlossen ist, am Aventin. Die Kammer erhält das Licht durch einen kleinen Schacht von oben, und eine Treppe neben dem Denkmal führt hinab. Seitwärts in der Kuppel sind vier Nischen zu den Aschen-Urnen eingehauen. Merkwürdig ist ein rings um die Kammer sich erstreckender eingehauener Canal; er war wahrscheinlich zur Abführung der Feuchtigkeit bestimmt; man begreift indessen nicht, wie ein so kleiner isolirter Gang (nach der Zeichnung etwa nur $1\frac{3}{4}$ F. breit und $2\frac{1}{4}$ F. hoch) ausgehauen werden konnte; es mufs wohl hier ein Fehler in der Zeichnung sein. Solche unterirdische Grabkammern, und darunter gröfsere, für mehrere Familien, kamen käufig vor. Sie waren gewöhnlich mit Malerei und Stuck-Arbeit verziert und der Fufsboden war mit Marmor oder Mosaik belegt. In weichem Boden mauerte man sie aus. Von der Art dieser Denkmäler ist das Grabmal der Familie Furia, welches mit seinem Eingange zu Tage liegt, so dafs eine in den Abhang des Berges eingeschnittene und mit Mauern eingefafste Gasse zu ihm führt. Es hat die eigenthümliche Form eines Halbkreises, mit einer flachen Halbkuppel überwölbt, und um den Halbzirkel läuft ein Gang zur Abhaltung der Feuchtigkeit. Sehr häufig kommen auch diejenigen Grabmäler vor, in welchen die eigentliche Todtenkammer unterirdisch ist, und über welche sich dann ein Denkmal über die Erde erhebt; wie solches auch bei den oben gedachten Gräbern der Scipionen und Nasonen der Fall war.

Von den *kegelförmigen* Denkmälern haben wir Beispiele an dem schon früher gedachten Grabe der Horatier, und an dem sogenannten Grabe des Virgil. Beide haben quadratische Untersätze, auf welchen steile abgekürzte Kegel stehen. Sie gehören sicher der ältern römisch-hetrurischen Zeit an. Ihre, im Vergleich zu den ägyptischen Pyramiden steile Form bestätigt einigermaafsen die früher ausgesprochene Vermuthung, dafs die Cultur der Pelasger nicht von den Aegyptern entlehnt ist. Auch die spätere Pyramide des Cestius ist bedeutend spitziger, als die ägyptischen.

Die kleinern Denkmale, bei welchen auf hohem Untersatze ein Sarcophag sich zeigt, scheinen den Griechen nachgebildet zu sein. Sie

haben keinen architektonischen Ausdruck und sind für uns eben nicht merkwürdig. Von dieser Form sind die meisten Pompejanischen Gräber.

Besonders zu bemerken sind, wegen ihrer grofsen Zahl, die Grabmäler in Form niedriger, runder, oder quadratischer Thürme, oben treppenartig, öfter noch mit flachen Kuppeln bedeckt; häufig mit viereckigem Unterbau und rundem Aufsatze. Sie sind gewöhnlich aus Quadern aufgeführt, und haben, aufser den Gesimsen und den Friesen, keinen architektonischen Schmuck. Seltner kommen Pilaster und dergleichen vor. Die Gröfse dieser Grabmäler ist oft nicht unbedeutend; ihre Höhe beträgt gewöhnlich etwas mehr als die Breite und steigt bis zu einer und einer halben Breite. Das Lobenswertheste an diesen Bauwerken ist ihre einfache und ernste Form, die überwiegende Höhe und die gewöhnlich vorkommende Einziehung des oberen Stockwerks (am stärksten ist diese am Grabmal der Servilier), welches dann an die für Tempel und Grabmäler so passenden *emporstrebenden* Bauwerke der ältesten Völker schwach erinnert *).

Bestimmter noch tritt diese Idee bei den absatzförmigen Grabmälern des Augustus, des Hadrian und des Alexander Severus hervor; das Grabmal des Augustus scheint, den Nachrichten und Ruinen zufolge, sich in mehreren runden Absätzen mittelst Quadratmauern erhoben zu haben; oben stand die Bildsäule des Kaisers; die umlaufenden Absätze waren mit Bäumen bepflanzt; von Säulen und anderen Zierden wird nichts erwähnt. Die Ruinen deuten zwar einen Vorbau an, aber unkenntlich, und es ist nicht erwiesen, wenn gleich möglich, dafs, wie *Hirt* annimmt, ein Säulenporticus hier gestanden habe. Der Bau mufs im Ganzen nur sehr einfach gewesen sein; was, nebst der Baumpflanzung, unstreitig sehr lobenswerth war. Im Innern scheinen viele einzelne Todtenkammern gewesen zu sein. Das Denkmal des Hadrian ist noch vorhanden. Es besteht in einer runden, oben und in der Mitte von einem Gesims umgürteten Masse von etwa 220 Fufs im Durchmesser und 120 Fufs hoch, auf einem

*) Auffallend ist hier die verschiedene Zeichnung eines und desselben Denkmals, desjenigen der Cäcilia Metella, bei *Hirt* in den Tafeln zu seinen Ansichten der Baukunst. Auf Tafel XI. ist der Unterbau 48 Fufs im Quadrat; der Aufsatz hat 44 Fufs im Durchmesser, und das Ganze, mit der Attica, 45 Fufs Höhe: auf Tafel XXX. dagegen ist das Denkmal im Untersatz 90 Fufs im Quadrat, der Aufsatz 80 Fufs im Durchmesser und die Höhe beträgt, ohne Attica, 135 Fufs! Freilich bemerkt *Hirt* bei der ersten Zeichnung, dafs die Ansicht und der Durchschnitt nach keinen sichern Maafsen gemacht wäre; aber die untere Breite geht doch aus dem Grundrifs hervor.

quadratischen Unterbau ruhend, von 280 Fufs breit und 60 F. hoch. Auf der Plateform des runden Thurmes standen zahlreiche Bildsäulen; aufserdem mag sich eine Kuppel oder noch ein thurmartiger Bau darauf erhoben haben; schwerlich aber der von *Hirt* projectirte runde Peripteros. Der Bau scheint ebenfalls, von den Statuen abgesehen, sehr einfach gewesen zu sein. Dafs, der Tradition zufolge, die 24 Säulen in der Basilica Pauli vom Kaiser Honorius diesem Bau entnommen sein sollen, ist zwar möglich, aber doch nicht verbürgt. Von dem Grabmale des Alexander Severus haben wir weder Nachrichten, noch sichere Spuren: denn das hügelartige Grabmal, welches dafür gehalten wird, ist wohl zu unbedeutend. Indessen weiset der Name Septizonium auf einen in sieben Absätzen emporstrebenden Bau hin.

Die letzte Art Grabmäler waren entweder förmliche, oft sehr grofse Tempel, worin man den Verstorbenen neben der eigentlichen Tempelgottheit, oder auch als solcher selbst, nemlich wie gewöhnlich den Kaisern, göttliche Ehre erwies: oder es waren blofs Grabmäler in Tempelform. Letztere scheinen nicht gerade häufig gewesen zu sein. Es empfahlen sich dazu die den Römern eigenthümlichen kleinen runden Tempel, mit Kuppeln bedeckt, und es scheint diese Form auch vorzugsweise dazu benutzt worden zu sein. Sie kam der obengedachten Form der thurmähnlichen Denkmäler sehr nahe. Ein Beispiel giebt ein Grab an der Pränestinischen Heerstrafse; andere ähnliche gehören schon in die Zeit nach Constantin; wie z. B. das gröfsere der Constantia zu Rom. Wir werden davon in der folgenden Epoche handeln.

## §. 110.

## *Nähere Betrachtungen über die Verbindung des Bogenstyls mit dem Säulenstyl bei den Römern.*

Wir haben behauptet, dafs die griechisch-römische Baukunst im Ganzen von vorn herein verderbt war, und rückwärts ging. Diese Meinung, so dreist sie auch in vielen Beziehungen zu sein scheinen mag, dürfte doch nicht befremdend sein, wenn man sich erinnert, dafs die Baukunst der Griechen selbst schon längst ausgeartet war, als die Römer sie kennen lernten und nachahmten. Sie hatte schon ihren Kreislauf vollendet und war nur noch ein geschmückter Leichnam, aus welchem der Geist gewichen war: wie hätte nun ein *fremdes* Volk den todten Körper zum

blühenden Leben wieder zu erwecken vermocht?! Wäre aber auch die griechische Kunst zur Zeit ihrer höchsten Blüthe zu den Römern übergegangen: sie hätte dennoch wohl kein günstigeres Resultat gehabt; sie mufste vielmehr im Gegentheil durch die Verbindung mit dem ältern Bogenstyl, welche jedes feste Ziel entrückte, nur um so mehr verdorben werden.

Sind denn aber die Säulen wirklich so ganz unvereinbar mit den Gewölben und Bogen? Wir erwiedern darauf: nicht sowohl die *Säulen* sind es, als der griechische Säulen*styl*. Das Princip der vollkommenen Ruhe, welches dieser Styl, und das Princip des Strebens, welches der Bogenstyl ausspricht, lassen sich durchaus nicht zu einem harmonischen Ganzen vereinigen. Ein unverwöhntes Auge wird den Widerspruch, welcher z. B. in einem überwölbten Rundgebäude, mit einem umlaufenden Säulengange, oder auch nur mit einem vortretenden Säulenporticus liegt, auf den ersten Blick fühlen: ja sogar ein den Griechen nachgebildeter römischer Tempel, und ein römisches, überwölbtes Rundgebäude mit Bogen und ohne Säulen, scheinen, ungeachtet der Uebereinstimmung der Gesimse und sonstigen Details, ganz verschiedenen Völkern anzugehören. Dieser Widerspruch tritt noch um so schärfer hervor, je ausgebildeter der Säulenstyl ist, d. h. je deutlicher das Ganze und die Details den Zweck der wagerechten Belastung lothrechter Stützen aussprechen; denn der Bogen hat schon in seiner Grundform den Character des Strebens. In dieser Hinsicht war es noch ein Glück, dafs die prachtliebenden Römer vorzugsweise der reicheren aber bedeutungsloseren corinthischen Säule sich bedienten. Ein dorisches Gebäude mit Bogen, wie dergleichen jedoch auch vorgekommen zu sein scheint, z. B. am Theater des Julius Cäsar, welches August vollendete, ist in der That ein förmliches Unding.

Zur richtigen Würdigung der Verhältnisse bei diesem Gegenstande werden wir jede der beiden verschiedenen Richtungen in der römischen Baukunst besonders zu verfolgen haben, zuvor aber auf die Art und Weise, wie jene Vermischung nach und nach entstanden sein mag, unsere Aufmerksamkeit richten müssen.

Was uns von den hetrurischen Bauwerken bekannt geworden und übrig geblieben ist (§. 41.), beweiset, dafs die Hetrurer bereits Bogen kannten, und macht es wahrscheinlich, dafs sie daneben auch hölzerne Decken bauten. Ob sie aber, vor der Vermischung mit hellenischer Bildung, Säulen, und nicht statt derselben, wie in den Felsengräbern, Pfeiler, als

dem Bogenstyl anolog, errichteten, läfst sich schwerlich mit Bestimmtheit sagen. Die pelasgischen Säulen am Schatzhause des Atreus, der Name der toscanischen Säule bei *Vitruv*, und die Säulen, welche sich an den ältesten Bauwerken der Römer zeigen, machen es indessen wahrscheinlich, wenn auch nicht gewifs: denn jene pelasgischen Säulen wurden in der *Nähe* des Schatzhauses entdeckt; und die toscanische Säule könnte sehr wohl eine *spätere* Nachbildung der griechischen sein, obgleich das hölzerne Gebälk auf ältere, nicht-hellenische Construction hinweiset. Auch ist es wahrscheinlich, dafs nicht die griechische Säule, und noch weniger der griechische Säulenstyl, hier gebräuchlich war. So z. B. führt *Dionysius* von einer alterthümlichen, von dem ältern Bau aufbewahrte Säule am Tempel der Diana des Servius Tullius an, dafs auf derselben die Namen und Beschlüsse der Städte, welche an dem Bunde zur Errichtung des Heiligthums Theil genommen hatten, eingeschrieben waren; die Säule konnte also nicht cannelirt sein, sondern mufste eine grofse, zu den zahlreichen Inschriften geeignete Fläche haben, und es wäre nicht unmöglich, dafs hier nur ein Pfeiler oder doch blofs eine breite, runde, oder beliebig geformte Stütze mit dem Namen „Säule" belegt wurde.

Ueberblicken wir hier den Entwicklungsgang des Baustyls im Grofsen, so scheint sich zu ergeben, dafs die Hetrurer, wenn nicht selbst schon die Pelasger, den Bogenstyl, dessen Keime, wie wir sahen, in der Urzeit zurückreichen, erfanden. Es ist indessen ganz unwahrscheinlich, dafs der allgemein im Alterthum verbreitete Hallenbau, mit geraden Decken und lothrechten Stützen, sogleich verdrängt worden wäre; es konnte das wohl nur nach und nach und überhaupt nur bis zu gewissen Grenzen geschehen, und eine Verschmelzung beider Bau-Arten war sehr natürlich, und auch nicht einmal unstatthaft; nur der griechische Säulenstyl vertrug die Vereinigung mit den Bogen nicht. Diese Vermischung des Unvereinbaren scheint den späteren Römern zugeschrieben werden zu müssen. Sollte aber auch bereits den Hetrurern, wie es durch die Nähe der hellenischen Colonieen nicht unwahrscheinlich gemacht wird, die Einführung der griechischen Säule zugeschrieben werden müssen, so kommt doch eben nicht viel darauf an, ob diese Einführung etwas früher oder später Statt fand: sie blieb immer ein arger Mifsgriff, und die Römer trifft jedenfalls der Vorwurf, den Mifsbrauch gegen das Ende der Republik weiter ausgedehnt und allgemeiner gemacht zu haben.

Anfangs beschränkte man sich wohl darauf, der Säulen und Gebälke grade so sich zu bedienen, wie man es in Griechenland gesehen hatte: d. h. man baute die Tempel, Hallen und alle Gebäude-Arten, welche in der Anlage Aehnlichkeit mit griechischen hatten, ganz nach den griechischen Mustern, während man zugleich andere, eigenthümliche Bauwerke nach wie vor im reinen Bogenstyl aufführte. Die Verwendung von Theilen griechischer Gebäude einerseits, und anderseits das Festhalten am reinen Bogenstyl, selbst in spätern Zeiten an den Brücken, Aquäducten, Grabmälern und Ehrenbogen, von welchen letztern namentlich der noch vorhandene Bogen der Consuln Dolabella und Silanus vom Jahre 9 v. C. als Beispiel anzuführen ist, beweisen es. Bald schmückte man, wie am Pantheon, (wenn anders die jetzige Vorhalle des Pantheon dem ursprünglichen Plane angehört, wie es *Hirt* annimmt), einen solchen einfachen Bau mit einer Vorhalle von griechischer Art. Machte man nun die Vorhalle, wie in dem angeführten Beispiele, niedriger als das Gebäude selbst, so entstand gleichsam ein abgesonderter Bau, und es fand noch keine unmittelbare Verbindung statt. Dann machte man einen überwölbten Rundbau, von einer ganzen Säulenstellung umgeben; wie der runde Peripteros des *Vitruv*. Hier versteckte sich das eigentliche Gebäude hinter den Säulengang, und nur die Kuppel ragte darüber empor. Abgesehen von der schon früher erörterten Inconsequenz runder Säulenstellungen, war aber nun schon eine nahe Verbindung vorhanden und, wenn sie auch noch nicht so deutlich wie später hervortrat, doch schon durch die vorragende Kuppel genugsam angedeutet. Bei einfachern Gebäuden, welche keine Peripteros waren, wandte man gleichwohl das vollständige Gebälk mit Architrav und Fries an: ein Verfahren, welches wir schon bei den Griechen, jedoch auf weniger auffallende Weise, z. B. bei den Mauern des Inantis oder des Prostylos, nicht wie hier bei ganzen Gebäuden, fanden, und nicht billigten. Ein auffallendes Beispiel anderer Art, von rücksichtsloser Anwendung der Gebälke, blofs zum Schmuck, ist der in dem Grabe der Scipionen gefundene Sarg des Barbatus, um welchen ein ganzes dorisches Gebälk, halb so hoch als der ganze Kasten, herumläuft. Ein weiterer Schritt war, dafs man in den festen Mauern, welche die Rückwände der vorgebauten Säulenhallen bildeten, Bogen-Oeffnungen machte, oder, mit andern Worten, umgekehrt vor Arcaden aufsen noch eine Säulenfront aufstellte. Da man so eines eigentlichen Ganges nicht mehr bedurfte, so wur-

den nun wohl, wie es häufig bei den Triumphbogen vorkommt, die Säulen dicht vor die Mauern gerückt: oder man machte statt ihrer Halbsäulen, oder Pilaster, so dafs die ganze Säulenstellung zu einem Relief und also zu einer blofsen Täuschung wurde. Diese Anordnung, bei welcher dann gewöhnlich in den einzelnen Mauerfeldern zwischen den Säulen, in jedem eine Bogen-Oeffnung angebracht ist, und wo man nun, um den nöthigen Raum zu gewinnen, die Säulen ungewöhnlich weit auseinander stellte, zeigt sich fast an allen Ruinen der Theater und Amphitheater, und sie scheint überhaupt sehr allgemein gewesen zu sein. Hier ist die Verbindung schon von der Art, dafs man nicht mehr weifs, ob der Säulenstyl oder der Bogenstyl vorherrscht. Man ging aber sehr bald noch weiter; wie es der Aquäduct des Hadrian zu Athen beweiset. Da ist der Architrav über der mittlern Weite weggelassen, und statt seiner ist ein halbrund gebogenes Gebälk, eine Archivolte, aufgesetzt, welche mit beiden Anfängen auf die Enden des unterbrochenen wagerechten Architravs aufsteht, und gegen welche von beiden Seiten Fries und Gesims anlaufen. In andern ähnlichen Fällen ist das ganze Gebälk in Bogenform über die zu Eingängen u. s. w. dienenden Säulenweiten hinweggeführt. Diese völlig verwerfliche Construction wurde aber so beliebt, dafs man sich ihrer sogar schon isolirt als Fenster-Einfassungen u. s. w. bediente. Durch sie war die völlige Verbindung der Bogen und Säulen vollendet, obgleich noch mehrere Varianten der Vermischung vorkommen. Bemerkenswerth ist hier ein Tempel zu Rom, der gegenwärtig Tempio della Caffarella heifst. Er hat eine Vorhalle, welche unter gleichem Dache mit dem Tempel liegt, auf vier corinthischen Säulen ruht und, gleich der Cella, mit einem Tonnengewölbe überspannt ist. Um nun das Gewölbe zu verdecken, hat man den Architrav in die Kämpferhöhe gelegt, statt des Frieses aber eine hohe Mauer bis unter das Gesims aufgemauert. Es ist dieser Tempel als Beispiel eines oblongen überwölbten Tempels, dergleichen sonst eben nicht vorkommen, sehr interessant. Die Arbeit scheint, so weit sie sich nach der kleinen Zeichnung bei *d'Azincourt* beurtheilen läfst, für eine sehr späte Zeit zu gut; indessen ist es auffallend, warum man nicht lieber das Gewölbe auf die Cella beschränkte und den in alter Weise wagerecht überdeckten Vorhallen die Höhe des Gebäudes gab.

Noch interessanter ist der, kurz vor, oder unter Diocletian aufgekommene Gebrauch, die Bogen unmittelbar auf die Säulencapitäle zu stellen;

wobei man dann aufsen nicht allein die Bogen mit Archivolten einfafste, sondern noch ein vollständiges Gebälk wagerecht darüber legte.

## §. 111.

### *Die Entwicklung des Bogenstyls.*

Nach dem gewöhnlichen Gange der Dinge in ähnlichen Fällen sollte man glauben, dafs, nachdem die Römer einmal ihre herkömmliche Bau-Art verlassen und die griechische angenommen hatten, die erstere, wenn auch nicht plötzlich, so doch nach und nach *ganz* vergessen worden wäre. Dies war aber nicht allein nicht der Fall, sondern es zeigt sich sogar die eigenthümliche Erscheinung, dafs, während der Säulenstyl, wie wir im folgenden Paragraph zu erörtern haben werden, immer mehr ausartete und die Baukunst im Allgemeinen immer tiefer sank, der Bau der Bogen und Gewölbe sich immer weiter ausdehnte und ausbildete; und zwar, nicht blofs was die Construction betrifft, sondern auch, so weit es bei der allgemeinen Verderbnifs noch möglich war, auch in künstlerischer Hinsicht. Wie weit man in der Kunst des Wölbens zu Augustus Zeit vorgeschritten war, beweiset am besten die Riesenkuppel des Pantheons. Später machte man, wie es die Amphitheater und die oben gedachten Tempel zeigen, nicht allein die Bogen und Gewölbe immer häufiger, sondern die Construction wurde auch immer kühner und leichter, und man erfand mannigfachere Formen, und zuletzt die Kreuzgewölbe; auch spricht sich die innere Construction und die Einrichtung im Aeufsern, namentlich bei den Thermen und Pallästen, durch eine lobenswerthe Abtheilung und Gruppirung der Massen aus. Es ist in solchen Beziehungen besonders der spiralförmigen Construction einer Kuppel aus lauter in einander gesteckten Töpfen in der Kirche San Vitale zu Ravenna zu gedenken. Diese Kuppel ist zwar schon aus dem 6ten Jahrhundert: indessen ist nicht zu zweifeln, dafs ähnliche Constructionen auch schon früher von den Römern ausgeführt worden sind. Auch erinnere man sich an die Kuppeln über quadratische Räume: an die Tonnenwölbungen, welche sich um einen einzelnen Pfeiler in der Mitte herumwinden, wie in dem obengedachten Grabe: an das sehr flache Gewölbe in den Bädern des Caracalla u. s. w. Es ist nicht schwer, den Grund zu jenen Erscheinungen zu finden. Einmal spricht der Bogenstyl das ihm inwohnende Princip schon in seiner Grundform deutlich und bestimmt aus, während die ganze griechische Zartheit und die

feinste Ausbildung aller Details dazu gehörte, um dem Säulenstyl, und zwar nur dem dorischen, seine volle Bedeutung zu geben, wogegen der corinthische Styl kaum noch eine Andeutung davon giebt und einer festen Characteristik ganz entbehrt. Fürs zweite fand der Bogenstyl seine tiefere Begründung in dem eigenthümlichen Character der Römer; und endlich entsprach der Bogenstyl einem wesentlichen Fortschritt in der Bau*wissenschaft:* der Bogenstyl war mit einem Worte eine Wahrheit: der Säulenstyl war es nur in Griechenland gewesen; für die Römer war er eine Unwahrheit. So characterisirt sich (und dies ist der allgemeine und höhere Gesichtspunct) die römische Baukunst als der unwillkürliche Kampf des Bogenstyls gegen den Säulenstyl, des Princips des Strebens gegen das der Ruhe, der geistigen Schönheit gegen die sinnliche. Ohne Absicht ist allerdings dieser Kampf geführt worden. Die *Absicht* war die Einführung des griechischen Styls. Der Kampf war, wie es nicht anders sein konnte, langwierig und schwierig, aber insofern von Erfolg, dafs die griechische Baukunst vollständig unterging, während sich der Bogenstyl behauptete und seine spätere Ausbildung sich vorbereitete. Dies genügte aber auch vor der Hand; und ein Mehreres konnte und durfte damals nicht erreicht werden. Es *konnte* nicht erreicht werden, wegen der tiefen Verderbtheit der Kunst im Allgemeinen; und es *durfte* es nicht, wegen der noch allgemeineren geistigen Verderbtheit.

Zum Beweise, dafs bei dem allmäligen Untergange der Baukunst der Bogenstyl wirklich viel weniger als der Säulenstyl gelitten hat, wollen wir noch die Architektur unter Diocletian und Constantin etwas näher betrachten. Hier sind die einzelnen Bestandtheile des Säulenstyls im buchstäblichen Sinne auseinandergerissen. Nur noch im Innern finden sich die Säulen; nemlich zu Bogenstützen benutzt: im Aeufsern ist das Gebälk, getrennt von den Säulen, oben über die Bogen gelegt. Dagegen erlitt der Bogenstyl nur den weit geringeren Verlust, dafs die Bogen, statt auf Pfeiler, auf Säulen gestellt wurden, und den noch unbedeutendern, dafs sie, um den Säulenstyl nachzuahmen, mit Archivolten eingefafst wurden. Ohne grade die Benutzung der Säule zur unmittelbaren Bogenstütze im Sinne der römischen Baukunst rechtfertigen zu wollen, scheint diese Benutzung doch, wenn man nur nicht grade die dorische Säule nimmt, nicht ganz unzuläfslich. Es mufste nur durch stärkere Massen an den Ecken dafür gesorgt werden, den Seitenschub, wie in der Wirklichkeit, so auch

für das Gefühl, vollständig aufzuheben: alsdann blieb die Säule immer noch eine Stütze gegen den lothrechten Druck. Hätte man eine andere Form als die corinthische oder römische Säule, namentlich ein passenderes Capitäl genommen, wie es später auch wirklich geschah, so traf der Vorwurf gewissermaafsen mehr die Säule selbst, als den Bogenstyl.

Gehen wir auf die Einzelheiten beider Style ein, so stofsen wir auch hier auf eine immer weiter zunehmende Verderbtheit des Säulenstyls (wir verweisen auf den folgenden Paragraph); anderseits aber nicht blofs auf das Festhalten am Besseren, sondern sogar auf eine verhältnifsmäfsig fortschreitende Verschönerung. Die gewöhnliche Casettenverzierung, welche freilich den geraden Decken entlehnt ist, hat hier nicht allein dieselbe Bedeutung, nemlich die der Erleichterung, sondern sie hebt zugleich die Bogenform hervor und gewinnt, besonders beim Kuppelgewölbe, eine gröfsere Mannigfaltigkeit, welche gleichwohl auf das Bestimmteste zur Einheit hinstrebt und auf solche Weise eine eben so vollendete Harmonie erregt, wie der griechische Säulenstyl; nur von anderer Art. Bei den Casetten mufs man sich nemlich die Gewölbe aus Steinen von gleicher Gröfse vorstellen, in deren jeden eine Casette zur Verminderung des Gewichts hineingehauen ist. Noch characteristischer wäre es gewesen, auch zugleich noch die Fugen sichtbar zu machen; wiewohl die Casetten dann, streng genommen, nicht reihenweise, sondern abwechselnd gestellt werden mufsten. Noch in anderer Beziehung nimmt eine Kuppel eines ehemaligen Baptisteriums, unter dem Namen Minerva medica, zu Rom, mit 16 hinaufgehenden Gurten von Backsteinen, die Zwischenräume Gufsgewölbe von Bruchsteinen, die Aufmerksamkeit in Anspruch. Hier zeigt sich ein nicht mifslungener Versuch, Construction und Material ohne weitere Verzierung für sich selbst sprechen zu lassen. Vollendeter noch stellt sich eine solche lobenswerthe Absicht in einem Rundgewölbe in den Ruinen zu Spalatro dar, welches von Backsteinen schuppenförmig construirt ist und auf die einfachste und zugleich auf die kräftigste und schönste Weise die Eigenthümlichkeit eines Kuppelgewölbes, nemlich die Andeutung des Emporsteigens und zugleich der Verbindung, in wagerechten Kreisen ausspricht; ich möchte dieses Gewölbe den Triumph der Bau*kunst* über die Bau-*Wissenschaft* nennen, insofern die Construction selbst, welche weder die gewöhnliche, noch die einfachste, jedoch eben so wenig eine minder dauerhafte ist, den Ausdruck der Schönheit annimmt, oder, mit andern

Worten, in so fern der Baumeister schon bei der Wahl der Construction die Kunst im Auge hatte.

## §. 112.

### *Die allmälige Verschlechterung des Säulenstyls.*

Will man in der römischen Kunst vergleichsweise ein Steigen und Sinken bezeichnen, so ist zu bemerken, dafs allerdings das gepriesene Zeitalter des Augustus als die Blüthenzeit hervorragt. Unter Nero beginnt die übertriebene Pracht; welche indessen bis Trajan und Hadrian noch mit einem *verhältnifsmäfsig* guten Geschmacke verbunden bleibt. Unter den Severinen fängt der Geschmack zu verfallen an; unter Diocletian gesellt sich noch zu der Geschmacklosigkeit auch eine grofse Nachlässigkeit in der Ausführung; und unter Constantin endlich verschwindet auch der Reichthum aus der Architektur, und die Bauwerke werden eben so ärmlich, als geschmacklos.

Die Zeit von etwa 200 v. C. bis nach Augustus ist also die des Emporblühens der griechisch-römischen Baukunst. So wie wir aber auf das Verdienst der Römer um die Bau*wissenschaft* und um den Bogenstyl aufmerksam gemacht haben, wollen wir hier auch nicht mit Stillschweigen Das übergehn, was die Römer im Einzelnen Lobenswerthes geleistet haben; so wenig es auch bei der falschen Tendenz überhaupt, einen fremdartigen Baustyl sich anzueignen, Gewicht haben kann. Nachdem sich die Römer eine Zeit lang griechischer Fragmente und griechischer Baumeister bedient hatten, lernten sie bald auch selbst bauen; sie kamen in der Eleganz und zarten Ausführung den Griechen nahe. Sie bildeten die corinthische Säule aus und erfanden, vielleicht um jene Zeit, vielleicht etwas später, eine neue, die sogenannte composite Säulen-Ordnung. Sie bereicherten die Gesimse und Gebälke mit mannigfachem, oft zierlichem Schnitzwerk; und häufig kann man ihren Details selbst classischen Werth nicht versagen.

Es fehlt jedoch allen ihren Erzeugnissen der eigentliche Nerv der Kunst; und so trifft das Lob der guten Ausführung nur hauptsächlich die untergeordnete mechanische Geschicklichkeit. Wo sich in der Composition Vortreffliches zeigt, sind es nur Details: sie bestechen das Auge, lassen aber das Gefühl kalt, weil sie selten einen bestimmten, durch den Zweck des Gebäudes bedingten Character haben. Auch das Verdienst bei der Ausbildung der corinthischen Säule und bei der Erfindung des com-

positen Capitäls ist zweifelhafter Art. Schon bei den Griechen sahen wir uns gezwungen, die Einführung des zwar reichen und zierlichen, aber doch ziemlich bedeutungslosen corinthischen Capitäls eher für einen Rückschritt als Fortschritt zu erklären: es ist also nicht einzusehn, weshalb man die Allgemeinmachung des corinthischen Styls aus einem andern Grunde lobenswerth finden sollte, als weil er eher, denn der jonische oder der dorische, zu dem Bogenstyl paſste: eine Eigenschaft, welche indessen die Römer schwerlich erkannten; denn sonst würden sie die griechische Architektur überhaupt nicht angenommen haben. Eben so dürfte es eher zu mifsbilligen als zu loben sein, dafs die in ihrem Ursprunge willkürliche Formation des corinthischen Capitäls in so enge normalmäfsige Grenzen eingeschlossen wurde, wie es geschehn zu sein scheint. Das früher frei gebildete corinthische Capitäl der Griechen ist bei weitem noch schöner, als das geschnörkelte Ding, zu welchem die Römer es machten; obgleich freilich auch aus der Römerzeit einige lobenswerthe abweichende Formen vorkommen. Es dürfte bei der Ausbildung des corinthischen Styls nur die Vertauschung der Zahnschnitte mit den zierlichen und reichen Sparrenköpfen, oder richtiger Kragsteinchen, zur Unterscheidung vom jonischen Gebälk, zu loben übrig bleiben. Bei dem compositen Capitäle sind die Schnecken durch mehrere Gröfse hervorgehoben: im übrigen ist die Abweichung unbedeutend.

Wie wenig dagegen schon in der Augusteischen Zeit die Römer den eigentlichen Geist und die bedeutungsvolle Schönheit der griechischen Architektur erkannten, können wir am sichersten durch den guten *Vitruv* erfahren. Mag es, wie schon bemerkt, sein, dafs er unter seinen Zeitgenossen nur ein untergeordneter Baumeister und nur ein beschränkter Kopf war, so müssen sich doch immer, und zwar um so treuer, je weniger productiv er selber war, die Ansichten seiner Zeit, so wie sie ihm überkommen waren, in seiner Lehre abspiegeln. Mögen wir ferner darauf, dafs er vielleicht selbst schlecht unterrichtet war und seine Zeit nicht begriffen hatte, noch so viel rechnen, und namentlich die Verworrenheit seiner Ideen und seiner Sprache, die Fabelhaftigkeit seiner historischen Nachrichten und den Umstand, dafs er die Schönheit meist da sucht, wo sie nicht zu finden ist, noch so hoch in Anschlag bringen: so konnte er doch mindestens in der Beschreibung der Säulen-Ordnungen und in der Angabe ihrer Maafse nicht wohl irren, da er ja der Beispiele davon genug

vor Augen hatte. Hier zeigen sich nun aber, wenn man die Vitruvischen Säulen und Gebälke aus seinen Angaben construirt, kaum noch die Schatten griechischer Kunst. Fragen wir nur die wenigen aus jener Zeit uns übrig gebliebenen Monumente, so sehen wir alsbald, dafs die reinen griechischen Formen vergessen und verachtet waren. Was aus dem dorischen Style geworden war, dessen man sich damals noch häufiger als späterhin bediente, sehen wir am besten an dem Porticus der Agora und dem Thurme der Winde zu Athen. Der Porticus ist, wahrscheinlich eben weil er in Athen gebaut wurde, noch ziemlich rein: gleichwohl finden sich daran schon viele wesentlichen Mängel; nemlich: die zu grofse Schlankheit der Säulen; die tellerartigen Ringe; der schwer ausgebauchte, fast zirkelförmige Wulst; die geraden und eckig geschlossenen Dreischlitze; die mehrfachen, gebogenen Glieder des dünnen weit ausladenden Gesimses, mit der besonders weit vortretenden Sima. Aber noch weit geschmackloser sind die dorischen Säulen im Innern des Windthurms zu Athen, mit ihren 24, unten stabförmigen Canneluren, dem mangelnden Halse, dem hohen und steifen Capitäle und dem magern, ganz unförmlichen Gebälk. Es ist so auffallend, dafs solche Mifsgestalten einer so frühen Zeit 163 v. Chr. angehören soll, dafs wir sie kaum zur römischen Periode rechnen können. Dafs die dorischen Gebäude in Rom besser gewesen sein sollten, läfst sich kaum vermuthen; auch sind die geraden, geschlossenen Triglyphen und die Zahnschnitte am Sarcophage des Barbatus und an dem von Augustus vollendeten Theater des Julius Cäsar genugsame Andeutungen vom Gegentheil. Dem jonischen Style mag es nicht besser ergangen sein; und was den corinthischen Styl betrifft, so finden sich an dem Tempel der Roma und des Augustus bereits die Andeutung der unleidlichen Säulenstühle in den vortretenden Treppenwangen; ein unschickliches Höhenverhältnifs in der Giebelfront, und ein zu hoher Dachgiebel; glatte Säulenstämme und cannelirte Pilaster, mit dem vollständigen Säulencapitäl; die auffallend nach oben eingezogene Fläche der beiden obern Architravstreifen, bei lothrechter Stellung des untern; das hohe und schwere Architravgesimschen; eine nicht lohenswerthe Gesimsprofilirung; Zahnschnitte und Kragsteine zugleich; eine zu geringe Höhe des Kranzleistens, und dessen Unterstützung durch einen Carnies ganz vorn, so dafs die Ausladung verschwindet; besonders aber der schon etwas, wenn auch nur wenig, ausgebauchte Fries. Besonders des letzteren wegen ist es mehr

als wahrscheinlich, dafs schon zu Augustus Zeit noch andere von den weiter unten zu bezeichnenden Mängeln üblich waren.

Freilich tritt uns aus der Zeit des Augustus auch ein wahrhaft schönes Gebäude entgegen: nemlich das Pantheon. Aber worin besteht dessen Schönheit? Grade darin, dafs an demselben nicht der Säulenstyl, sondern der ältere Bogenstyl vorherrscht. Und dafs dieser Styl noch nicht eine gleiche Verderbnifs erfahren hatte, erörterte der vorige Paragraph. Wenden wir uns zu den Säulen, mit welchen das Gebäude ausgeschmückt gewesen ist, so stofsen wir sogleich wieder auf Verfehltes. Das Unpassende einer Säulen-Vorhalle im Allgemeinen ist schon angedeutet worden; es wird noch dadurch erhöht, dafs, da die Halle nicht füglich höher werden konnte, als sie ist, ihr Giebeldach in ein höher angebrachtes Giebeldreieck hineingreift; wenn nicht etwa dieser höhere Giebel derjenige des ursprünglichen Eingangs war und die jetzige Vorhalle ganz fehlte. Die kleinen Säulchen, welche zu beiden Seiten der grofsen Bogen-Nischen im Innern, freistehend vor der Wand angebracht waren, sind im Vergleich zu den grofsartigen Verhältnissen des Ganzen eine wahre Spielerei; auch würden sich wahrscheinlich noch mehrere Mängel finden, wenn wir die ursprünglichen Details noch vor Augen hätten. Natürlich ist die jetzige sehr fehlerhafte Ausschmückung als ein Werk späterer Zeit, nicht zu berücksichtigen.

Da wir nun aber sehen, dafs schon zur Zeit der Blüthe Fehler auf Fehler sich häuften, so ist es ein eben so nutzloses als unerfreuliches Geschäft, die weitere Entartung Schritt vor Schritt zu verfolgen, und wir dürfen uns füglich auf eine summarische Aufzählung beschränken.

Die gleichzeitige Benutzung aller drei Säulen-Ordnungen an einem und demselben Gebäude wurde gewöhnlich. Säulenstellungen *übereinander*, welche die Griechen höchstens zu zweien im Innern zuliefsen, wurden jetzt auch im Aeufsern beliebt; und zwar bis zu drei und vier Stockwerken hoch. Da hierzu die wirklichen Säulen zu gebrechlich waren, so machte man statt ihrer Halbsäulen und Pilaster, ohne aber zu bemerken, dafs auch in künstlerischer Hinsicht von der Gebrechlichkeit der Schein eben sowohl hätte vermieden werden müssen, als für die Wirklichkeit sie selbst. Dabei gab man den untern Säulenstellungen stets das vollständige Gebälk, durch welches nun das Hauptgesims alle Bedeutung verlor. Die so leicht anzubringenden Halbsäulen und Pilaster nahmen immer mehr

überhand, und es wurde sogar eine solche Relief-Architektur auch da noch angewendet, wo wirkliche Säulenstellungen statthaft gewesen wären. Die Säulen wurden zuerst auf niedrige, dann auf hohe, einzelne Piedestale aufgestellt, durch welche sie anscheinend ihren festen Stand ganz verlieren. Die Säulenstämme erhielten eine zu starke Schwellung; die Canneluren wurden unten mit Stäben ausgefüllt, oder sonst ganz willkürlich geformt, zuletzt spiralförmig hinanlaufend; oder die Säulenstämme blieben auch ganz, oder im untern Drittheil, glatt; mitunter traten mitten aus dem Stamme Kragsteine hervor; auch kommen statt der runden Säulen ovale vor. Die Pilaster erhielten allgemein, auch wenn die Säulen glatt blieben, Canneluren, nebst den schweren Säulencapitälen, die ihnen dann ein höchst schwerfälliges Ansehn gaben. Es wurden Säulen ohne allen Zweck frei vor die Wand aufgestellt, und aus dem Gebälk sprang ein Stück zu ihrer Bedeckung hervor. Die Gebälke wurden mit Schnitzwerk, Laubgewinden und andern, zuweilen höchst geschmacklosen, meist aber immer bedeutungslosen Verzierungen förmlich erdrückt; die Architrave erhielten zu wenig Höhe und zu schwere Gliederungen über und zwischen den Streifen, welche sich nach Innen zu bedeutend überneigen. Schon am Erechteo zu Athen ist zwar die vordere Fläche des Architravs nicht genau lothrecht, sondern neigt sich nach innen; aber doch nur so wenig, dafs man dadurch offenbar blofs der optischen Täuschung, als neige sich der Architrav nach vorn über, begegnen wollte. Die Friese wurden unförmlich ausgebaucht und häufig auch mit pfeiffenartigen Verzierungen, statt der Laubgewinde oder der frühern Reliefs, besetzt. Die Gesimse erhielten eine Unzahl von Gliederungen, so dafs die Hauptglieder nicht mehr dominirten und das Profil, im Ganzen und von Weitem gesehen, sich dem geraden Abschnitt nähert. Die von der griechischen Grazie erfundenen, so hohen Reiz gewährenden tiefen Unterscheidungen fielen weg, und die Profile wurden mit dem Zirkel gezogen u. s. w.

## §. 113.

## *Die Sculptur und Malerei in Verbindung mit der Architektur.*

Gern wenden wir hier unsern Blick, wenn auch nur im Vorübergehn, auf die weit erfreulicheren Erscheinungen im Gebiete der verwandten Künste. Hier haben die Römer eine ungleich höhere Stufe erreicht.

Wir haben dies weiter oben daraus zu erklären gesucht, dafs, einmal, diese verwandten Künste in Griechenland bei weitem noch nicht so in Verfall gerathen waren, wie die Baukunst; und dann daraus, dafs die Römer sie bis zu der Zeit, als sie damit bekannt wurden, selbst weniger geübt hatten; so dafs hier, weil sich dabei die Nationalität (wenn anders bei den Römern der damaligen Zeit eine solche noch zu finden war) weniger als in der Baukunst geltend machte, die Nachahmung bessere Früchte tragen konnte. Wo indessen die andern bildenden Künste, besonders die Bildhauerkunst, in Verbindung mit der Baukunst treten, theilt sich ihnen auch der Verfall, der auf dieser ruhete, sogleich mit. Die schraubenförmig und bis zu einer Höhe, welche das Dargestellte unkenntlich macht, hinaufgeführten Sculpturen an der Trajanssäule; die so häufig auf schlanken, ihrerseits auch noch auf Piedestale hinaufgehobenen Säulen aufgestellten Statuen, welche, ohne für die Säule gar zu grofs zu werden, kaum so colossal ausgeführt werden konnten, wie es der hohe Standpunct erforderte, und die nun jeder Windstofs herabzustürzen drohte; die widersinnige Anwendung der Atlanten und Telamonen, statt der Säulen; die kleinen, aus einigen Säulencapitälen, oder aus den Kragsteinen heraustretenden Figuren u. s. w.; besonders auch die schweren, behelmten Köpfe an den Schlufssteinen der Bogen, waren durchaus verwerflich. Wenn Andere bei der Trajanssäule die Idee, die Reliefs, welche die Thaten des Gefeierten darstellen sollen, zu dessen Bildsäule emporzuleiten und auf die Beschauung dieser Bildsäule gleichsam würdig vorzubereiten, lobenswerth finden, so verwechseln sie, scheint es, die poetische mit der plastischen Schönheit. Die bildende Kunst soll nicht in der Zeit, sondern im Raume wirken, und jedenfalls hätte die Absicht auf eine bequemere Weise realisirt werden müssen. Es ist einleuchtend, dafs, wie schon *Hirt* erinnerte, der Künstler dem Beschauer durchaus nicht zumuthen darf, immerfort, den Blick stets nach oben, mithin in steter Gefahr zu stolpern, um die Säule herumzugehen.

Anders und besser scheint es mit der Malerei bestellt gewesen zu sein. Bei den Wandmalereien zu Pompeji vermifst man zwar, rücksichtlich der Zusammenstellung der Grundfarben, die Harmonie der Griechen; welche freilich ebenfalls harte Farbentöne ungebrochen nebeneinander stellten, aber doch sorgfältig in der Wahl derselben verfuhren; die Malereien sind indessen aufserdem lobenswerth und keinesweges geschmacklos. Vergleicht

man sie mit der so sehr einfachen dortigen Architektur, so mufs man von den Prachtgebäuden Roms rücksichtlich der Ausschmückung durch Gemälde und Farben eine sehr hohe Meinung bekommen. *Vitruv* erklärt sich zwar entschieden gegen die Arabesken und andere phantastische Formen; indessen hat er hier wohl mit seinem Tadel eben so Unrecht, wie anderswo mit seinem Lobe. Abgesehn davon, dafs die willkürlichen Formen, wie wir es öfter bemerkten, sehr gut zu der selbstschaffenden Baukunst passen: so ist auch zu erwägen, dafs die von *Vitruv* vorgeschlagene Abbildung *wirklicher* Gegenstände stets eine Meisterhand erfordert, Arabesken und dergleichen aber nach guten Mustern, die obendrein der Baumeister selbst zu entwerfen hat, schon von weniger geübten Malern ausgeführt werden können.

In neuern Zeiten haben die Liebhaber buntfarbiger Architektur es getadelt, dafs man von der ursprünglichen Sitte, die Gemälde auf die Wand selbst zu setzen, allmälig abgewichen sei, indem man anfangs, wie zu Pompeji, die Medaillons und Vignetten auf Holz malte und diese in die Wand einfugte, und dann später zu eingerahmten transportabeln Bildern überging. Dieser Tadel verdient näher erwogen zu werden, weil man ihn durch das Wesen der Kunst selbst zu begründet sucht. Man sagt nemlich (z. B. *Semper* „Ueber vielfarbige Architektur u. s. w. S. 46"), es sei ein Verderb der Kunst gewesen, dafs die Gemälde aufhörten, monumental zu sein und dafs sie nun, weil sie nicht mehr an Ort und Stelle fertig gemacht wurden, ihre volle Wirkung verfehlten. Hiedurch wird aber, streng genommen, der Malerei ihre Selbstständigkeit abgesprochen, und es wird ihr, als blofser Dienerin der Architektur, eine sehr untergeordnete Stellung angewiesen. Es ist wahr: der Gedanke, dafs alle drei bildenden Künste gemeinschaftlich ein Kunstwerk hervorbringen sollen, ist sehr verführerisch; man kann sich nur ein höchst vollendetes Werk daraus hervorgehend denken. Gleichwohl wird man nach einiger Erwägung bald sehen, dafs nothwendig die *eine* Kunst, und zwar, wie Niemand läugnen wird, die *Baukunst,* vorherrschen müsse. Sodann treten von selbst gewisse Bedingungen und Beschränkungen für die untergeordneten Künste hinzu; und schwerlich wird man die Grenzen weiter stecken können, als wir es aus triftigen Gründen in der Einleitung gethan haben, ohne sie ganz aufzugeben. Will man nun solche Grenzen, oder überhaupt nur Einschränkungen, zugeben, und gleichwohl, wie es zu geschehen scheint, nur

nur die Monumentalmalerei als die wahre oder höchste Kunst gelten lassen, so raubt man der Malerkunst die Selbstständigkeit, ohne dafs dadurch für die Architektur etwas gewonnen würde. Auch ist nicht abzusehn, welche Nachtheile damit verbunden sein könnten, wenn man die zur Ausschmückung eines Gebäudes in einzelnen Fällen für nothwendig oder nützlich gehaltenen Gemälde blofs hinhängte, anstatt sie unmittelbar auf die Wand zu tragen.

Es bleibt die Frage übrig, ob die Römer von der *Polychromie* Gebrauch gemacht haben. Die neusten Entdeckungen sollen an der Trajanssäule, dem Colosseo, und an den drei Säulen der sogenannten Grekostasis Spuren davon gefunden haben; auch ist nicht abzusehen, warum die Römer nicht auch diesen Gebrauch den Griechen nachgeahmt haben sollten. Indessen dürfte es nicht blofs zu bezweifeln, sondern ganz zu verneinen sein: Polychromie sei bei den Römern allgemein gewesen; wollte man auch annehmen, dafs Zeit und Witterung die Farbenspuren von sämmtlichen noch vorhandenen Monumenten verwischt hätten, oder dafs dergleichen bemalte Monumente noch nicht entdeckt wären; wie es denn erst den neusten Zeiten vorbehalten war, solche Spuren bei den griechischen Denkmälern aufzufinden, welche indessen bedeutend älter sind und also auch ungleich mehr gelitten haben müssen. Wollte man dies Alles auch, so hätten doch immer die unter der Asche, der Luft entzogenen Gebäude Pompejis ihren Farbenschmuck behalten müssen: und hier findet sich nur Einzelnes von äufserer Malerei über den Thüren etc., keinesweges aber ein buntfarbiger Anstrich der ganzen Gebäude. *Vitruv* ferner hätte doch auch wohl gewifs nicht unterlassen, davon lobend oder tadelnd zu reden; er spricht aber lediglich von der Malerei im Innern. Und sollten noch Zweifel übrig bleiben, so werden sie, scheint es, dadurch gehoben, dafs die Römer so oft ausländische Marmor-Arten zu ihren Gebäuden herbeiholten. Wozu wäre das geschehen, wenn sie den Marmor bemalt und dadurch wieder versteckt hätten.

Die Römer liebten sehr die Nebeneinanderstellung verschiedener Stein-Arten, welche sie, theils im Kleinen, als Mosaik, auf das Sauberste aneinanderreihten, theils im Grofsen, indem sie zu einem und demselben Gebäude die theuersten und verschiedenartigsten Marmor-Arten, Granit u. s. w. für schweres Geld herbeischafften. Dies war eine Art Polychromie, gleichsam eine natürliche Polychromie, die sich indessen wesentlich

von der künstlichen dadurch unterscheidet, dafs sie fast nur sanfte und gemischte Farben darbietet. Die Zusammenstellung verschiedener Materialien läfst sich statisch begründen, sobald die Auswahl nicht willkürlich, sondern nach der Festigkeit geschieht, welche einerseits die einzelnen Theile des Gebäudes erfordern, anderseits der Stein darbietet; und es nimmt dann die Färbung einen architektonischen Charakter an; auch braucht man dabei nicht leicht einen Fehlgriff zu fürchten, da die Natur ohne Zweifel die jedesmalige richtige Färbung ausgesucht haben wird. Wenn es den Steinen an einer lebhaften und bunten Färbung fehlt, so ist das nur ein Beweis, dafs eine solche für sie nicht pafste und — nicht schön war. Die Hinweisung der Liebhaber der Polychromie auf die bunte Färbung der Natur ist übrigens völlig unpassend; denn die Architektur kann ja doch z. B. nicht Blumengärten nachahmen.

Erwägt man die Umstände genauer, so möchte fast der alte Zweifel, ob wirklich auch die alten Griechen ihre Gebäude von oben bis unten bunt bemalten, wieder rege werden. Die natürliche Polychromie scheint nämlich der künstlichen vorangegangen zu sein. Es kann jedoch in keiner sehr frühen Zeit geschehen sein, weil, einmal, die Auswahl der Steine nach ihrer *Festigkeit* schon Fortschritte in der Bauwissenschaft voraussetzt, besonders aber, weil dieselbe Gegend selten vielerlei Arten verschiedengefärbter Steine darbietet und die Herbeischaffung fremder Materialien nur einem mächtigen und prachtliebenden Volke, mit einem Worte, nur den Römern möglich war. Aus diesem Grunde würde auch, wenn wir auch im Allgemeinen die Wahl verschiedener Stein-Arten zu verschiedenen Gegenständen statisch begründet fanden, doch der bunten Zusammenstellung fremden Materials der Vorwurf treffen, dafs dadurch der Character des Landes und Climas, der sich ebenfalls in den Bauwerken aussprechen soll, verwischt wird: ein Vorwurf, der indefs nur bei den ältesten Völkern ernstlich genommen werden könnte: bei den Römern kommt es, wegen der allgemein gewordenen Verbindung und Vermischung der Völker, auf diesen Character nicht mehr wesentlich an. Zu dem Obigen kommt nun noch das Bedenken, dafs die Römer zu Augustus Zeit die Polychromie noch nicht gekannt zu haben scheinen; *Vitruv,* wenn wir ihm anders glauben wollen, versichert gradezu, dafs die Alten nur die Abbildung wirklicher Gegenstände bei Ausmalung der Gebäude im Innern gestatteten. Endlich zeigt sich in den schon früher errichteten chrysele-

phantinischen Bildwerken der Griechen ein in der Praxis ähnliches Princip, wie bei den aus verschiedenartigen Materialien zusammengesetzten Bauten der Römer; vielleicht als Beginn derselben. Wir machten schon darauf aufmerksam, dafs sich diese Methode mit der Polychromie nicht wohl gleichzeitig denken lasse, indem beide in der Wirkung und Absicht ähnlich, das Eine aber vollkommner als das Andere und dabei weniger kostbar ist. Unmöglich wäre es nicht, dafs der bunte Anstrich der griechischen Monumente, einschliefslich der eingerissenen Conturen, ein späterer Zusatz aus der Zeit kurz nach Augustus wäre, dafs derselbe, um die Unbekanntschaft *Vitruvs* mit der Polychromie zu erklären, nicht früher vorkam, und dafs dann der Gebrauch auch in Rom in einzelnen Fällen Nachahmung fand. Was sich dieser Voraussetzung als Thatsache entgegenstellt, ist freilich die allgemeine Verbreitung dieser der Kindheit der Kunst entsprechenden Sitte bei den ältesten, den Griechen vorangegangenen Völkern. Indessen würde es nicht zu verwundern sein, wenn die Griechen, deren Kunst sich der frühern gradezu entgegenstellte, auch hier einen eigenthümlichen und bessern Weg eingeschlagen hätten.

Es durfte dieser Einwurf gegen eine Ansicht, welche in neuster Zeit sich verbreitet hat und welche zu Mifsbräuchen zu führen drohet, nicht übergangen werden; es soll demselben jedoch kein grofses Gewicht beigelegt werden. Sowohl die Monochromie als die Polychromie läfst sich aus dem Wesen der griechischen Kunst erklären (siehe §. 100.): erstere aus dem sonst so richtigen und zarten Gefühl der Griechen, die zweite aus der Kindlichkeit und Sinnlichkeit ihrer Anschauung. So mögen wir denn der endlichen Lösung der oben aufgestellten Zweifel ruhig entgegensehn: auf das Resultat der Geschichte der Baukunst im Ganzen hat sie keinen wesentlichen Einfluſs. Ob monochromisch, oder polychromisch, hat jedenfalls die griechische Baukunst aufgehört, zu leben und zu wirken.

Fragen wir schliefslich nach dem *Character* des römischen Baustyls, so ist nur zu antworten, dafs sich bei einem so gemischten Baustyl ein bestimmter *Grundcharacter* nicht angeben lasse. Nur wenn die Baukunst der Römer frei vom griechischen Einflusse geblieben wäre, würde sich ein solcher in ihr haben entwickeln können. Ernst, Einfachheit, Kühnheit und Erhabenheit, würden seine Haupt-Eigenschaften gewesen sein; sein Grundprincip würde etwa in der Mitte zwischen dem des ägyptischen und dem des altdeutschen Baustyls gestanden haben: mit etwas geringerem

Vorherrschen der Massen und mit geringerem Emporstreben. Der Halbkreis deutet zwar grade kein Emporstreben an, aber auch nicht, wie der flache Bogen, ein Streben nach beiden Seiten hin; er hat von beiden Etwas, und repräsentirt gewissermaafsen das Gleichgewicht oder die Ruhe im Bogenstyl. So zeigt sich wunderbarerweise im Grundprincip und in dem Verhältnisse zum ägyptischen und altdeutschen Styl eine Aehnlichkeit mit dem griechischen. Auch dort trafen wir Gleichgewicht an; doch ist dasselbe hier und dort auf so verschiedene Weise ausgesprochen, dafs eine Vereinigung beider Style dennoch unthunlich war.

## §. 114.

## *Schlufsbetrachtung über die dritte Periode der Baukunst.*

Wir haben die antike Kunst in ihrem Kreislaufe verfolgt, und gehen nun einem Zeitabschnitt entgegen, in welchem die Welt eine andere Gestaltung gewinnen und die einst so blühende, aber bereits überreife und welkende Culturpflege Griechenlands von den Füfsen der Barbaren vollends zertreten und darauf aus ihrem Samen, im Schutte der Zerstörung und von einer hellern Sonne erwärmt, eine noch herrlichere Blüthe hervorwachsen sollte.

Wir sahen die Baukunst der Griechen gewissermaafsen unter den letzten Zuckungen einer hinsterbenden ältesten Kunst als eine plötzliche und blendende Erscheinung auftreten und rasch den Gipfel der Vollendung erreichen, dann aber, mehr in Folge innerer Entartung, als äufserer Unterdrückung, sinken und zuletzt im langdauernden Kampfe mit dem aus der ältesten Culturrichtung hervorgegangenen Bogenstyl untergehen.

So sehr man nun auch wünschen möchte, die griechische Kunst sei, ihrer unübertrefflichen Vorzüge wegen, fortwährend festgehalten worden und derselben die ihr fehlende geistige Schönheit eingemischt geblieben, so sieht man doch leicht, dafs dies unmöglich war. Und wenn man von ererbten Vorurtheilen sich losreifsen und in den tiefern Geist der Ereignisse eindringen will, so darf man auch den aus innerer Nothwendigkeit erfolgten Untergang der antiken Kunst nicht bedauern. Das Christenthum änderte völlig den Gesichtspunct, aus welchem das Wahre, Gute und Schöne bis dahin betrachtet worden war. Die Fesseln der sinnlichen Beschränktheit waren gefallen, und auch die Kunst mufste sich ein höheres, geistiges Ideal suchen und die Darstellung der *geistigen* Schönheit

zum Ziele sich setzen. Da der innere Geist nie ohne die äufsere Form sich ändert, und am wenigsten zu einem Gegensatz übergehn kann, so hätte doch immer der antike Styl seine Anwendbarkeit und Bedeutung für die Folge verlieren und es hätte ein neuer Styl sich bilden müssen. Natürlich aber würde der letztere mehr Schwierigkeit gefunden haben, wenn der alte noch in voller Blüthe der Vortrefflichkeit, welche auf anderm Wege zu erreichen man vor dem Versuche billig hätte zweifeln müssen, dagestanden hätte. Entweder es wäre der Versuch gar nicht gewagt worden, oder es würde ein Kampf eingetreten sein, der vielleicht noch nachtheiliger eingewirkt hätte, als die Barbarei und der Vandalismus. Haben doch selbst die Trümmern des griechisch-römischen Baustyls dazu beigetragen, das Aufblühen eines eigenthümlichen christlichen Baustyls so lange zu verzögern und, mehr noch, ihn nach kurzer Blüthe wieder zu verdrängen.

(Die Fortsetzung folgt.)

# 11.

# Sammlung von Bemerkungen beim Graben von Brunnen über die Lage der Erdschichten, Quellen u. s. w.

(Von dem Königl. Geheimen Regierungs- und Baurath Herrn *Wutzke* zu Neustadt-Eberswalde.)

(Fortsetzung der Abhandlung No. 1. im ersten und No. 7. im zweiten Hefte dieses Bandes.)

---

No. 80. Beim Graben eines Brunnens auf der Unterförsterei Wolisko bei Napiwodda, 1 Meile nordöstlich von der Stadt Neidenburg und 467 F. hoch über dem Wasserspiegel der Ostsee, fanden der Herr etc. *Schimmelpfennig* und der Forstbeamte folgende Erdschichten: Garten- oder Humus-Erde $1\frac{1}{4}$ F. dick, röthlichen Sand $1\frac{1}{2}$ F., röthlichen Lehm 2 F., röthlichen Lehm, mit bläulichem Letten durchzogen, $2\frac{3}{4}$ F., grauen Lehm, mit gröblichem Sande gemischt, $\frac{1}{2}$ F., groben und bläulichen Lehm, mit weifsem Sande vermengt, 1 F. dick, und zuletzt bläulichen reinen Sand $3\frac{1}{2}$ F. dick, aus welchem das Wasser 6 F. hoch in dem Brunnen stieg.

Es ist merkwürdig, dafs der 50 F. weit entfernte alte Brunnen jetzt ebenfalls beständig mit Wasser angefüllt ist. Nach der Eintiefung des neuen Brunnens mufs sich das Quellwasser auch hierher einen Zug geöffnet haben.

No. 81. Beim Oberförster-Etablissement Thilo'shoff, nahe am sogenannten Goldberge, 450 F. über der Ostsee hoch, fanden Herr etc. *Schimmelpfennig* und der Forstbeamte beim Graben eines Brunnens: Sand 20 F. tief, und unten feinen Triebsand, aus welchem das Wasser im Brunnenschacht $2\frac{1}{2}$ F. hoch stieg; in welchem Stande es sich auch erhalten hat.

No. 82. Eben so fanden Herr etc. *Schimmelpfennig* und der Forstbeamte in der Oberförsterei Hartwigswalde, am See Dlwzeck, 470 F. hoch über der Ostsee, bei der Eintiefung eines Brunnens erst 22 F. tief Sand und dann mit Wasser gesättigten Triebsand, welcher reichliches Wasser gab.

Der Sand, und vorzüglich der *Grand*boden, giebt oft schon in geringer Tiefe hinreichendes Wasser. Der Regierungs- und Baurath *Schlegel* in Gumbinnen und der nachherige Regierungs- und Stadtbaurath *Dreves*

in Königsberg, welcher letztere früher in dieser südlichen Gegend von Ostpreufsen einen Baukreis verwaltete, haben diese Bemerkung auch in dortiger Gegend gemacht und darüber mehrere Nachrichten mir mitgetheilt. In neuerer Zeit habe ich ferner von dem Bau-Inspector Herrn *Schwink* in Ortelsburg dergleichen Nachrichten erhalten, welche ich aber, um nicht zu weitläuftig zu werden, übergehe. Nur bemerke ich, dafs der hügelige und zum gröfsten Theil sandige Boden in jener Gegend, schon vom Niederschlag durchnäfst, selbst auf den Anhöhen Wasser in die Brunnen liefert. Eben so an den Seen in der Gegend weiter nordöstlich bei Lötzen, Nikolaiken und Johannisburg, wo ich dies 1802 bis 1805 beobachtet habe. Ich habe des Umstandes in meinen Beiträgen zur Kunde Preufsens, ingleichem in dem Vaterländischen Archiv oder den Preufsischen Provinzialblättern im 11ten Bande gedacht.

Dafs man dort in dem sandigen Boden beim Hineingraben bald Seigerwasser findet, darüber führe ich hier Folgendes an.

No. 83. In der Gegend bei Willenberg, 460 F. hoch über dem Wasserspiegel der Ostsee, wurde schon von früher Zeit an Bernstein gegraben. Um der *Willkür* des Grabens durch Verpachtung Grenzen setzen zu können, wurde der Regierungs-Assessor und Ober-Torf-Inspector *Grammelsdorf* von der Regierung zu Königsberg beauftragt, die Gegend bergmännisch näher zu untersuchen. Es fanden sich folgende Erdlagen. Zunächst eine dünne Schicht Humus-Erde, $\frac{1}{2}$ bis 1 F. tief; dann Sand, der in einer Tiefe von 8 bis 10 F. in Triebsand überging und der so häufig Wasser enthielt, dafs das weitere Graben fast nicht mehr möglich war. Dieser Boden erstreckt sich bis an den Narewfluſs in Polen hin und kommt dort auch am Bugfluſs wieder vor.

Kehren wir nun aus der Gegend der Städte Willenberg und Neidenburg an den Drewenzfluſs westlich zurück.

No. 84. Hier fanden Herr *Hildebrand* und der Gutsbesitzer auf dem westlich von der Stadt Strafsburg 160 F. hoch über dem Wasserspiegel der Ostsee liegenden Gute Dembowalonka beim Graben eines Brunnens folgende Erdschichten: festen Lehm 15 F. tief, wasserhaltigen Sand 8 F. tief, woraus aber erst wenig Wasser quoll, weshalb die darauf folgende Lehmschicht von 2 F. dick noch durchbohrt wurde. Hierauf drang hinreichendes Wasser in den Brunnenschacht, der mit Ziegeln eingesenkt wurde.

No. 85. Von diesem Brunnen etwa 600 F. weit entfernt, ward auf demselben Gute für die Branntwein-Brennerei noch ein Senkbrunnen in einer tieferliegenden Ebene gegraben, wobei Herr *Hildebrand* magern Lehm fand, unten mit Triebsand gemengt, 24 F. tief, aus welchem Wasser in den Brunnen 18 F. hoch nachhaltig stieg.

No. 86. Auf dem zu demselben Gute Dembowalonka gehörigen Vorwerk Milchbude, 175 F. über der Ostsee liegend, ward durch Herrn *Hildebrand* ein Brunnen in Thongrund 46½ F. tief gegraben und mit Holz ausgeschürzt. Als der Lehm, oder die gemischte Thonmasse, völlig durchbrochen war, stieg das Wasser in den Brunnenschacht plötzlich 40 F. hoch.

No. 87. Auf dem zu demselben Gut Dembowalonka gehörigen Vorwerk Friesenhof, 180 F. über der Ostsee, fand Herr *Hildebrand* bei der Verfertigung eines Senkbrunnens folgende Erdschichten: weichen Schluf 33 F., wasserhaltigen Triebsand 7½ F., festen Thon 5 F. tief und darauf eine Schicht groben Sandes, aus welchem hinreichendes Wasser in den Brunnen stieg.

Wir gehen nun von Strafsburg westlich weiter bis an die Weichsel und bis zur Stadt Culm.

No. 88. Auf dem Königl. Domainenvorwerk Unislau, 140 F. hoch über der Ostsee, waren bereits 8 Brunnen gegraben worden, ohne den nöthigsten Bedarf an Wasser zu finden. Als Herr *Hildebrand* hier den Boden weiter untersuchte, fanden sich folgende Erschichten: fester gelber Lehm 32 F. tief, eine trockene Sandschicht 1½ F. dick, blauer fester Schluf 22 F. mächtig und darauf reiner Triebsand 60 F. tief; mithin Sand bis 115½ F. tief, welcher auch das gewünschte Wasser lieferte.

Wir gehen weiter nach der nordöstlich von Culm 180 F. über der Ostsee gelegenen Stadt Rosenberg, welche auf einem Hügel 30 F. über dem angrenzenden See liegt.

No. 89. Hier fand Herr *Hildebrand* beim Graben eines Brunnens sandigen Boden, mit einigen Lehm-Adern durchzogen, 38 F. mächtig, aus welchem aber nur wenig Wasser in den Brunnen seigerte, weshalb die darunterliegende Thonschicht noch 5 F. tief durchbohrt wurde. Darauf stieg das Wasser sogleich 18 F. hoch in den Brunnenschacht.

Auf der entgegengesetzten Seite der Stadt, am Abhange der Anhöhe, fand man beim Graben eines Brunnens zunächst eine Kies- und Sandschicht 19 F. tief. Als diese aber wasserhaltiger wurde, konnte der Brunnen we-

gen der im Grunde liegenden grofsen Steine nur bis auf 26 F. tief gesenkt werden. Der Wasserstand im Brunnen hat sich indessen immer 10 F. höher als in den nahe liegenden Brunnen erhalten.

Die beiden Brunnen sind etwa 900 F. von einander entfernt. Zwischen beiden befinden sich weit tiefere Brunnen, die aber nur durch Tagwasser aus Triebsandschichten gespeiset werden. Die Keller in der Stadt haben fast durchgängig Wasser; was beweiset, dafs die Erdschichten zwischen den Quellenzügen in einem kleinen Umfange sehr verschieden sein müssen und dafs das Wasser viele nicht durchdringen kann.

No. 90. Auf dem 1 Meile südwestlich von Rosenberg entfernten und 182 F. über der Ostsee liegenden Landgute Belschwitz fand Herr *Hildebrand* beim Graben eines Brunnens Füll-Erde 5 F. tief, sehr festen, mit kleinen und grofsen Steinen gemengten Thon 55 F. mächtig, weichen, etwas wasserhaltigen Schluf 12 F. dick und dann festen grauen Thon, auf Triebsand gelagert, 25 F. tief. Als letzterer durchbohrt war, stieg das Wasser im Brunnen 41 F. hoch.

No. 91. Auf dem Vorwerk Klein-Belschwitz, zu Grofs-Belschwitz gehörig, fand Herr *Hildebrand* beim Graben eines Brunnens blauen, festen, mit Steinen gemengten Thon, 60 F. mächtig, hierauf mit Sand gemengten weichen Thon, 10 F. dick, Sand, mit einigen Thon-Adern, 3 F. dick, und dann Kies und grofse Steine 9 F. tief; aus welcher Schicht nun das Wasser 9 F. hoch in den Brunnen stieg.

No. 91. Auf dem Vorwerk Jacobau, 1 Meile von Grofs-Belschwitz, fand Herr *Hildebrand* beim Eintiefen eines Brunnens folgende Erdlagen. Festen grauen Thon 40 F. tief und dann grauen weichen Thon, mit einigen Sand-Adern durchzogen, 31 F. dick; aus welcher Schicht das Wasser 24 F. hoch im Brunnen empor stieg.

No. 93. In Riesenwalde, bei der Stadt Riesenburg, nordwestlich von Rosenberg und 181 F. hoch über der Ostsee, fand Herr *Hildebrand* beim Graben eines Brunnens Thon, mit Sand gemengt, 50 F. tief, dann grauen Kiessand 8 F. dick, und in diesem hinreichendes Wasser.

No. 94. In der Stadt Marienwerder, westlich, 2 Meilen von Riesenburg, an der Weichsel, 70 F. hoch über dem Wasserspiegel der Ostsee, fand Herr *Hildebrand* beim Graben eines Brunnens hinter dem Landgestütsstall folgenden Boden: festen, fetten Thon 23 F. tief; ganz flüssigen Letten, 7 F. dick; sehr feinen Töpferthon, 12 F. dick, und dann folgte

reiner gelber Sand, aus welchem das Wasser 28 F. hoch im Brunnen empor stieg.

No. 95. Beim jetzigen, nordöstlich 5 Meilen von Marienwerder und 260 F. hoch über der Ostsee liegenden Königl. Domainenvorwerk Preufs. Mark hatten die deutschen Ritter im Jahr 1329 eine Burg auf einer Erdspitze erbaut, welche sich in einen kleinen See, der 12 bis 20 F. tief ist, hineinerstreckt und über dem Wasserspiegel 45 F. sich erhebt. Auf dem Schlofshofe war ein Brunnen, der nach der Beobachtung des Herrn *Hildebrand*, des Herrn Landbaumeister *Lejuge* und der meinigen weit unter den Wasserspiegel des kleinen Sees hinunterreicht (Siehe die Beiträge zur Kunde Preufsens, 2ter Band S. 416), weil der Boden aus Lehm besteht, der kein Wasser durchläfst. Jetzt sind von der Burg nur noch Ruinen vorhanden und der Brunnen ist eingestürzt.

No. 96. In der Stadt Marienwerder, neben dem Landschaftsgebäude, fand Herr *Hildebrand* beim Graben eines Brunnens Füll-Erde, 6 F. tief; darauf dunkelgrauen, mit grofsen Steinen gemengten Lehmboden, 30 F. mächtig, und dann Sand $6\frac{1}{2}$ F. tief, aus welchem röthliches Wasser aus dem eisenhaltigen Grunde im Brunnen sich sammelte.

No. 97. Der Brunnen auf dem Hofe des im Jahr 1271 von dem Deutschen Orden erbauten berühmten Schlosses Marienburg war nach meiner Untersuchung 90 F. tief. Er war mit behauenem Granit eingefafst und reichte tief unter die vorbeiströmende Nogat. Der Lehmboden verhindert das Durchdringen des Wassers aus dem Strome in den Brunnen. Der Hof oder Schlofsplatz ist nur 102 F. lang und 85 F. breit: mithin wurde auch hier der Brunnen eher gegraben, als die 4 Flügel, welche den Schlofsplatz einschliefsen, gebaut waren. Der jetzige Brunnen ist 55 F. und immer noch weit tiefer als das Bette der Nogat.

Ueberschreiten wir jetzt von Marienburg die Niederung bis zu der auf dem Stromthal-Ufer liegenden Stadt Dirschau.

No. 98. Hier fand Herr *Hildebrand* auf dem Gute Warzmiecs, 3 Meilen südwestlich von der letztgenannten Stadt und 71 F. über dem Wasserspiegel der Ostsee hoch, beim Graben eines Brunnens Sand, mit Kies und Lehm-Adern gemengt, und darin den Ueberrest einer *Brücke*, bestehend in einem Joch und drei Pfählen, in 43 F. Tiefe. Der Sandgrund wurde noch 86 F. tief durchbohrt; wegen des Triebsandes und der kostspieligen Arbeit aber wurde der Brunnen aufgegeben.

No. 99. In der am Elbingfluſs, in der Niederung, 18 F. hoch über der Ostsee liegenden Stadt Elbing fanden Herr *Hildebrand* und der Stadt-Baurath Herr *Zumpt* bei der Vertiefung eines alten, vor dem Mühlenthor bei der Hertelschen Brennerei befindlichen, 35 F. tiefen Brunnens zunächst unter der Sohle des Brunnens grauen festen Lehm und dann eine Sandschicht, welche nur auf der einen Seite in den Brunnen reichte und kein Wasser gab. Hierauf wechselten verschiedene Erdschichten bis zur Tiefe von 116 F., von der Erd-Oberfläche an gerechnet, und man stiefs auf eine Schicht Triebsand, aus welcher das Wasser in den Brunnenschacht in nothdürftiger Menge in die Höhe stieg.

Hinter diesem Grundstück, 60 F. davon entfernt, befindet sich ein zweiter Brunnen, 30 F. tief, in rothem Thon. Man fand weiter weifsen Triebsand, 14 F. tief, der auf festem Lehmboden lag, welcher aber durch Bohren nicht weiter untersucht wurde, indem schon die Sandschicht den nöthigen Wasserbedarf lieferte.

No. 100. In der 3 Meilen südöstlich von Elbing, 99 F. hoch über dem Wasserspiegel der Ostsee liegenden Stadt Preufs. Holland fanden der Herr Landbaumeister *Lejuge* und ich auf dem von den deutschen Rittern im Jahr 1290 erbauten Schlosse einen seit einigen Jahren verschütteten Brunnen, der den alten Geschichtschreibern zufolge so tief gewesen sein soll, dafs er in dem aus Lehm bestehenden 80 F. hohen Thal-Ufer, auf welchem das Schlofs steht, weit unter den am Fufse der Anhöhe sich vorbei ziehenden Weskefluſs reichte. Auch hier mufs also der Lehmboden den Zugang des Wassers nach dem Brunnen hin gehemmt haben.

No. 101. Beim Graben eines Brunnens in dem Oberförster-Etablissement zu Födersdorf, unweit des Kirchdorfs Ebersbach, im Preufs. Holländischen Kreise, fand der Herr Landbaumeister *Lejuge* im Jahr 1803 festen Lehm 50 F. tief. In dieser Tiefe lag ein Baum, eine Birke, von 8 Z. im Durchmesser dick, quer vor. Das Holz war verfault und schwarz, aber die weifse Rinde hielt noch zusammen und blätterte getrocknet ab. Tiefer fand sich Sand, und darin das gesuchte Wasser. Der Erdboden ist hier, eine Meile weit, beinahe horizontal, und durchgängig Lehm; woraus folgt, dafs die Aufschwemmung auf den frühern Waldboden sehr stark gewesen sein mufs.

No. 102. Bei einer Besichtigung des Zustandes der Wasserwege in dortiger Gegend fanden ich und der Herr Landbaumeister *Lejuge* am 3ten September 1818 in der Colonie, die Langereihe genannt, $\frac{1}{8}$ Meile vom Drau-

sensee und 1 Meile von Preufs. Holland entfernt, einen Brunnen in der Ausführung begriffen, in welchem folgende Erdschichten sich zeigten. Zunächst fast horizontal gelagerte Schlickschichten, wie in allen Thal-Ebenen, die den Ueberschwemmungen ausgesetzt sind, bis auf 12 F. tief; dann kam ein früher mit Wald bewachsener Boden, 1 bis 2 F. tief. Es waren noch Stümpfe von den Bäumen, und Gesträuch, so wie auch Stengel von Schilf und Rohr vorhanden und ganz kenntlich. Die Hölzer gingen schon in eine torfartige Masse über, und es sind gewifs viele Jahrhunderte erforderlich gewesen, um diese Erdschicht durch die Aufschlickung und durch zerlegte Vegetabilien zu bilden. Unter dieser Schicht fand sich, auf dem natürlichen oder ursprünglichen Lehmboden gelagert, eine Schicht reinen wasserhaltigen Triebsandes, aus welcher die dortigen Brunnen gespeiset werden. Einen ähnlichen Boden findet man in der Weichselniederung, welche sich bis zum Drausensee ausbreitet, fast durchgängig.

No. 103. Nicht weit von Elbing steigt nördlich ein Landrücken an 500 F. hoch empor, welcher sich vom Frischen-Haf ins Land zieht und an dem kleinen Nardzflufs, $\frac{1}{2}$ Meile vor Frauenburg, wieder abfällt und in früherer Zeit das Hoggerland oder Hökkerland genannt wurde, weil die Platte der Höhe sehr hügelig ist. Auf dieser Platte liegen viele Ortschaften; auch das frühere Kloster Cadienen.

Dafs dieser Höhenzug nicht, gleich den Granitfelsen und Flötzlagen, durch den Vulcanismus über die Erd-Oberfläche empor gehoben sei, zeigt sich bei der Untersuchung der Erdmasse. Sie besteht nach meinen Beobachtungen und nach der Naturgeschichte von *Bock* S. 46, 48, wo sich die damals bemerkten Erdschichten angegeben finden, aus einem Gemenge von Lehm, Letten, Sand- und Grandschichten, Kiesel, Rollsteinen und Geschieben von verschiedener Form, Korn und Gröfse, und bildet also ein sogenanntes Wassergebirge.

In dieser Erdmasse wurde im Jahr 1736 bei dem vorhingedachten Kloster Cadienen ein Brunnen gegraben, welcher folgende Erdschichten ergab. Feuchten Sand 10 Ellen tief; Eisen-Erde, in welcher sich einige feine Adern von Quellen zeigten, $\frac{1}{2}$ Elle mächtig; trockener Sand, worin ein grofser Stein lag, der gesprengt werden mufste, 6 Ellen tief; trockner Sand, mit Kies gemengt, 3 Ellen dick; Thon und Schluf, aus welchem sich Wasser sammelte, 3 Ellen mächtig; schwarzer, fetter Lehm 7 Ellen dick. Darauf erschien nur Tagwasser aus Sand-Adern. In dem Brunnen fand man

29½ Ellen tief in festem Thongrunde eine Elensklaue, einige kleine Stücke Bernstein und einige Auswürfe des Meers, die man sonst nur am Seestrande wahrnimmt.

No. 104. Ueber den vorhin bezeichneten Erdrücken oder Höhenzug führt die Berliner Kunststrafse über Elbing und Frauenburg nach Königsberg. Bei deren Bau, den ich in Ostpreufsen dirigirte, fanden Herr *Hildebrand* und der Landbaumeister *Rehefeld* aus Braunsberg beim Graben des Brunnens für den Wegewärter bei Kreutzdorf, auf der Grenze zwischen Ost- und Westpreufsen, 234¾ F. hoch über der Ostsee, sandige Erde 6 F. tief; Lehm 4 F. dick, und dann blauen Schluf 16 F. dick, aus welchem das nöthige Wasser im Brunnen in die Höhe stieg.

No. 105. Beim Graben eines Brunnens für das Wegegeld-Einnehmer-Etablissement westlich vor der Stadt Frauenburg, 16¼ F. hoch über der Ostsee, fanden Herr *Hildebrand* und der Landbaumeister Herr *Rehefeld* 9 F. tief sandige Erde, Kies 3 F. tief, Triebsand 6 F. dick und dann 5 F. Wasser.

No. 106. In der Stadt Frauenburg, welche am Fufse des 80 F. hohen Domberges liegt, befanden sich auf dem Grundstück des Kaufmann Wiebe, 7½ F. über der Ostsee, zwei Grundbrunnen, die aber für die bedeutende Brauerei und Brennerei nicht hinreichten, weshalb der Eigenthümer sich entschlofs, einen Artesischen Brunnen machen zu lassen, der auch 1836 im October angefangen wurde. Herr *Hildebrand* und der Grundbesitzer fanden darin folgende Erdschichten. Zunächst aufgefüllten Boden, 9 F. tief; dann Torfgrund 4 F. tief; Triebsand, viele Schilf- und andere Sumpfpflanzen enthaltend, 5 F. dick; eine sehr compacte Torfschicht an 4¾ F. dick; reinen Triebsand 3 F. tief; gelben groben Sand, in welchem ein grofser Stein in der Tiefe von 54 F. lag, 28⅓ F. mächtig. Diesen Stein zu durchbohren und durch Stofsen zu zerstückeln und aus dem Wege zu schaffen, machte viele Arbeit, welche näher zu beschreiben und überhaupt das technische Verfahren bei der Verfertigung des Brunnens anzugeben, ich unterlasse, da es den Technikern bekannt ist. Unter dem Stein traf man auf groben grauen Sand, mit Kieseln gemengt, 14½ F. tief. Dann kam 4½ F. Mergelthon, mit weifsem feinem Sande gemengt; darauf 4 F. grober Kies, mit Kalksteinen gemengt; 7 F. gelber fetter Thon, und dann 18 F. grober Sand. Nachdem man so den Brunnen durch Bohren 103 F. und 95½ F. unter den Wasserspiegel des Hafs, welches mit der

Ostsee bei ruhiger Witterung fast gleich hoch steht, eingetieft hatte, stieg das Wasser 7 F. hoch über die Erdfläche, und an 10 F. hoch ward der Sand von unten in die Röhre getrieben. Nach der Reinigung der Röhre erwartete man ein höheres Steigen des Wassers, aber es erfolgte das Gegentheil, indem der Wasserspiegel in der Röhre 3 F. unter die Erdfläche sich zurückzog, jedoch sich immer 3 bis 4 F. über dem Wasserspiegel des Hafs beim gewöhnlichen Wasserstande erhielt. Wahrscheinlich liegt die Ursache von dem Zurücktreten des Wassers darin, dafs es in der Röhre, da wo sie zusammengestofsen war, einen Ausgang gefunden, oder aber darin, dafs die Quelle im Grunde sich verstopft hatte.

In der vorhin gedachten 19 F. starken Sandschicht fand man einige angeschwemmte kleine, sehr beschälte Holzstücke, wie man sie am Seestrande findet; auch mehrere Bernsteinstückchen in den Sand-Adern, von brauner Farbe.

Unter der Sandschicht fand man beim *weitern* Vertiefen des Brunnens, auf welches der Grundbesitzer bestand, grauen feinen Sand, mit Holztheilchen vermengt, 7 F. mächtig; dann 3 F. groben Sand, mit Kieseln gemengt; 17 F. feinen weifsen Sand, mit etwas wenigern Holztheilchen; 8 F. groben Grand, mit Kieseln; 4 F. feinen Triebsand, mit einigen Holztheilchen gemengt; $7\frac{2}{3}$ F. groben Grand, mit Kies gemengt; $4\frac{1}{3}$ F. schwarzen feinen Sand, mit verwitterten Holztheilchen gemengt; 8 F. gelbkörnigen weifsen Sand; 4 F. ganz schwarzen feinen Triebsand; 3 F. Kies, mit groben Grand gemischt, und darauf folgte ganz feiner schwarzer Triebsand, welcher breiartig zu Tage gefördert wurde. Die Dicke dieser letzten Schicht liefs sich nicht wohl angeben. Hierauf folgte 3 F. schwarzer, etwas grober Kies und 4 F. schwarzer Sand und ganz grober Kies.

Die Dicke dieser Erdschichten betrug im Ganzen 194 F.; und so weit war der Brunnen am 23sten December 1837 gediehen. Er lieferte recht schönes klares Wasser zum Bierbrauen; jedoch ist zu wünschen, dafs das Wassers höher stiege.

Wir verfolgen nun die Kunststrafse von Frauenburg (*Copernicus* trieb hier das Wasser durch ein Kunstwerk auf den 80 F. hoch liegenden Domplatz), in der Nähe des Hafs, bis nach Königsberg.

No. 107. Beim Graben eines Brunnens nahe bei dem Dorfe Willenberg, bei dem $88\frac{1}{3}$ F. hoch über der Ostsee liegenden Einnehmer- und Wegewärter-Etablissement, fanden Herr *Hildebrand* und der Bau-Inspec-

tor Herr *Bertram,* jetzt in Braunsberg, folgende Erdschichten. Sandigen Boden, mit Lehm gemengt, 3 F. tief; dann 4 F. rothen Lehm; 3 F. gemischten Lehm; 20 F. weifsen Seesand und 39½ F. weifsen und gelben Sand, aus welchem das Wasser 4 F. hoch in den Brunnen stieg.

No. 108. Bei dem südlich vor der Stadt Braunsberg, 51 F. hoch über der Ostsee liegenden Einnehmer-Etablissement fanden Herr *Hildebrand* und der Bau-Inspector Herr *Bertram* beim Graben eines Brunnens 7 F. Lehm; 1 F. rothen Sand; wieder 3½ F. Lehm; dann 2 F. Sand, wieder ½ F. Lehm, und darauf Sand, der nach unten wasserhaltend war und aus welchem das Wasser im Brunnenschacht 4 F. hoch in die Höhe trat.

No. 109. In der Stadt Braunsberg, auf dem Grundstück des Kaufmann Herrn Pfaul in der Altstadt, 40 F. hoch über der Ostsee, fand der Herr Landbaumeister *Rehefeld* beim Eintiefen eines Brunnens röthlichen Thon, mit Schichten von weifsem feinem Sande durchzogen, 3 F. tief; dann eine Lage verschüttetes Eichenholz, welches schon sehr verfault war, 1½ F. dick, und eisenhaltigen Sand, der schwer zu durcharbeiten war, 36 F. mächtig. Darauf fand sich Wasser, aber nicht in dem Maafse, wie man es wünschte.

No. 110. In der Vorstadt von Braunsberg fand der Herr Landbaumeister *Rehefeld* auf seinem Grundstück beim Graben eines Brunnens, 22 F. über der Ostsee hoch, Garten-Erde 2 F. tief; dann rothen Thon 12 F. tief und Grand 1 F. dick, aus welchem der Brunnen sogleich mit Wasser sich füllte.

No. 111. Beim Bau des Militair-Lazarethgebäudes zu Braunsberg, in derselben Vorstadt, 20 F. hoch über der Ostsee, fand der Herr Landbaumeister *Rehefeld* im Jahr 1821 durch Bohren zunächst Triebsand 18 F. tief. Von dieser Stelle 26 F. entfernt, fand sich eine 15 F. mächtige Thonlage und unter derselben Triebsand. Beim Graben des Brunnens bei diesem Gebäude fanden sich sehr dünne Sand- und Lehmschichten, abwechselnd, und in der Tiefe von 36 F. hinreichendes Wasser.

No. 112. Auf dem Forst-Amte Wermten, nördlich von Braunsberg, 70 F. hoch über der Ostsee, fand der Herr Landbaumeister *Rehefeld* beim Graben eines Brunnens festen Thon 36 F. mächtig und dann feinen weifsen Sand, aus welchem das Wasser 44 F. hoch in den Brunnen emporstieg.

No. 113. Beim Graben eines Brunnens zu Födersdorf, 69 F. hoch über der Ostsee, fand Herr etc. *Rehefeld* eine blaue Thonschicht 56 F.

tief; eine dünne 1 F. dicke Schicht Grand, mit Ocker versetzt, und dann folgte 4 F. Thon, zum Theil röthlich, zum Theil blau von Farbe, und unter dieser fand sich der Bedarf an Wasser.

No. 114. In Cofswald, unweit Braunsberg, 66 F. über der Ostsee, fand der Herr etc. *Rehefeld* beim Graben eines Brunnens eine Thonlage von 18 F. mächtig; darauf 35 F. feinen Sand; 3 F. festen blauen Schluf und 4 F. Grand mit Oker-Erde. Diese Schicht war sehr fest und unten so wasserhaltend, dafs der Brunnen nicht weiter vertieft werden konnte, obgleich das Wasser nur 3 F. in die Höhe stieg.

No. 115. In Knoswald, zum Forstrevier Födersdorf gehörig, 73 F. über der Ostsee, fand Herr etc. *Rehefeld* beim Eintiefen eines Brunnens folgende Erdchichten: Damm-Erde 2 F.; eine Thonschicht von 17 F. dick; dann Kies, der so wasserhaltend war, dafs der Brunnen nur 20 F. tief gegraben werden durfte.

No. 116. Beim Einnehmer-Etablissement an der Kunststrafse, nördlich vor Braunsberg, 21 F. hoch über dem Wasserspiegel der Ostsee, fanden Herr *Hildebrand* und Herr etc. *Rehefeld* beim Graben des Brunnens 3 F. Damm-Erde und dann Seesand und hinreichendes Wasser.

No. 117. Beim Wegewärter-Etablissement bei Radau, zwischen Braunsberg und Heiligenbeil, 15 F. über der Ostsee, fanden Herr *Hildebrand* und Herr etc. *Rehefeld* beim Graben des Brunnens 10 F. Lehm, mit Sand gemengt, 7 F. Sand, 11 F. grauen Letten, und darauf Sand, welcher dem Brunnen Wasser gab.

No. 118. In der Stadt Heiligenbeil, 78 F. über der Ostsee, fanden Herr *Hildebrand* und Herr etc. *Rehefeld* beim Graben eines Brunnens auf dem Grundstück des Kaufmann Herrn Friese, in der Vorstadt, 7 F. Schüttgrund und Damm-Erde; 17 F. festen Lehm, und dann 10 F. reinen Triebsand, aus welchem sich das Wasser im Brunnen sammelte und in hinreichender Menge in die Höhe stieg, auch beständig in gleichem Stande sich erhielt.

No. 119. Beim Graben eines Brunnens beim Chausséegeld-Einnehmer-Etablissement nördlich von Heiligenbeil, 78 F. über der Ostsee, fanden Herr *Hildebrand* und der Bau-Inspector Herr *Dreves* 8 F. Lehm, mit Sand gemengt, 3 F. reinen Lehm, und dann 7 F. feinen Sand, aus welchem sich hinreichendes Wasser im Brunnen sammelte.

No. 120. Auf dem Wegewärter-Etablissement bei dem Dorfe Gab-

ditten, unweit Heiligenbeil, 128⅔ F. hoch über der Ostsee, fanden Herr *Hildebrand* und Herr etc. *Dreves* beim Graben des Brunnens rothen Lehm 9 F. mächtig, grauen Lehm 7 F., Damm-Erde, mit Sand gemengt, 5 F. dick, eisenhaltigen Sand mit Steinen durchmengt, 1 F. dick, und dann weifsen reinen Seesand 46 F. tief, welcher den Brunnen mit Wasser speisete.

No. 121. Beim Einnehmer-Etablissement nördlich vor dem Dorfe Bladiau, 234 F. hoch über der Ostsee, fanden die Herren *Hildebrand* und etc. *Dreves* beim Graben eines Brunnens 10 F. rothen Lehm; 9 F. grauen Lehm, mit eisenhaltigen Strahlen und grofsen Steinen; dann eine Seesandschicht, von bläulicher Farbe und mit Wasser geschwängert, 2 F. dick; bläulichen Lehm, mit vielen Steinen durchmengt, 2½ F. mächtig und darin eine Sandschicht von 1 F.; darunter wieder festen Lehm, und endlich hinreichendes Wasser.

No. 122. Nordwestlich von Bladiau, im Dorfe Wefslinen, 201 F. hoch über der Ostsee, fanden Herr *Hildebrand* und der Landbaumeister Herr *Rehefeld* beim Graben eines Brunnens folgende Erdschichten: rothen Lehm 12 F.; Lehm, mit Mergel gemischt, 14 F.; mageren Lehm, mit Mergel- und Holztheilen gemengt, 24 F.; reinen Sand 1 F.; Flufslehm 12½ F. dick, und dann eine sehr compacte, verhärtete, aus kleinen und gröfsern Seemuscheln, auch Eisentheilchen bestehende Schicht, aus welcher das Wasser zur Speisung des Brunnens aus dem Seesande hervortrat.

Wir gehen weiter westlich nach dem in der Geschichte von Preufsen berühmten, auf dem 80 F. hohen Ufer des Hafs gelegenen Schlosse Balga.

No. 123. Hier findet sich ein seit einigen Jahren zum Theil verschütteter Brunnen, der nach meiner Beobachtung sehr tief gewesen ist und weit unter den Wasserspiegel des Hafs hinunterreichte. Die ältesten dortigen Leute, welche ich vernommen habe, erinnern sich noch eines Tretrades, durch welches das Wasser aus dem Brunnen zu Tage gefördert wurde.

Von dem Schlosse sind jetzt nur noch Ruinen vorhanden. Das Gemäuer liegt zum Theil, wie Felstrümmern, im Hafe, da das steile Ufer durch die rollenden Wellen unterspült und sehr abgebrochen wird. Die Erdschichten sind dadurch sichtbar geworden. Sie bestehen auch hier wechselnd aus Lehm und Sand, mit Geschieben gemengt, in mannigfachen Lagen. An einigen Stellen träufelt Wasser hervor, mit eisenhaltigen Theilen.

No. 124. Wir kehren wieder nach der Berliner Kunststrafse, nach dem Dorfe Windkeim zurück. Hier, bei dem 115¼ F. hoch über der Ostsee liegenden Wegewärter-Etablissement, fanden Herr *Hildebrand* und der Wegebau-Inspector Herr *Dreves* beim Graben des Brunnens folgende Erdschichten: rothen Lehm 10 F. tief; blauen Lehm, mit eisenhaltigen Streifen und mit grofsen und kleinen Steinen durchzogen, 15 F. tief, und darauf 3 F. Seesand, aus welchem das Wasser 8 F. hoch in den Brunnen emporstieg.

No. 125. Bei dem Wegewärter-Etablissement bei dem Dorfe Klein-Hoppenbruch, ⅜ Meilen südlich vom Flecken Brandenburg und 100 F. hoch über der Ostsee, fanden Herr *Hildebrand* und der Wegebau-Inspector Herr *Brandenburg* beim Graben des Brunnens Sand mit eisenhaltigen Adern durchzogen 6 F., dann eine Schicht mit Lehm gemengten Sandes 8 F. dick, und darauf 3 F. Triebsand, welcher hinreichendes Wasser gab.

No. 126. Beim Graben eines Brunnens auf dem Domainen-Vorwerkshofe im Flecken Brandenburg, 56 F. über der Ostsee, fanden Herr *Hildebrand* und der Landbaumeister Herr *Rehefeld* folgende Erdschichten: Füll-Erde und grauen Lehm, 13 F. tief; feinen Sand mit Tagwasser 7 F.; festen grauen Lehm, mit Steinen gemengt, 32 F. dick, und dann feinen Sand, aus welchem das Wasser 40 F. hoch in den Brunnen emporstieg.

No. 127. In dem Dorfe Pörschke, ½ Meile südöstlich von Brandenburg und 42 F. hoch über der Ostsee, fanden Herr *Hildebrand* und der Herr etc. *Rehefeld* beim Graben eines Brunnens 2 F. Damm-Erde; 22 F. festen Schluf oder grauen mergelhaltigen Thon, mit kleinen und grofsen Steinen durchmengt, und dann 4 F. groben Sand, aus welchem der Brunnen mit Wasser gespeiset wurde.

No. 128. Auf dem von den Deutschen Rittern im Jahr 1266 auf dem 60 F. hohen Ufer des Frischingflusses an dessen Ausmündung ins Frische-Haf erbauten Schlofs fand ich einen mit Granit ausgesetzten Brunnen, der erst vor einigen Jahren oben einstürzte, und der bis tief unter den Wasserspiegel des Hafs reichte, weil der Lehmgrund für das Wasser aus dem Hafe nach dem Brunnen undurchdringlich war.

Das Schlofs selbst ist nur noch ein Schutthügel; die Gebäude auf dem Vorhofe der Burg aber werden noch benutzt. (Siehe meine „Bemerkungen über die Besitznahme Preufsen, über die Entstehung der Schlösser und Burgen u. s. w., bei G. Reimer in Berlin 1836.")

No. 129. Weiter an der Kunststrafse von Brandenburg nach Kö-

nigsberg, fanden der Mühlenbaumeister Herr *Hammer* und der Conducteur Herr *Petersen* beim Graben eines Brunnens für das nur 8 F. hoch über der Ostsee liegende Wegewärter-Etablissement bei dem Landgute Pinnau, 2 Meilen südwestlich von Königsberg, 3 F. Sand und Kies gemengt; 6 F. eisenhaltigen Sand, mit Lehm-Adern durchzogen, und darauf Seesand, aus welchem sich der Bedarf an Wasser im Brunnen sammelte.

No. 130. Auf dem Wegewärter-Etablissement bei dem Dorfe Warthen, $\frac{3}{4}$ Meilen südwestlich von Königsberg und 11 F. hoch über der Ostsee, fanden Herr etc. *Hammer* und Herr etc. *Petersen* beim Graben des Brunnens $1\frac{1}{2}$ F. Acker-Erde, 16 F. grauen Lehm, und dann eine Sandschicht, aus welcher der Brunnen mit Wasser gespeiset wurde. Zu derselben Zeit, als man diesen Brunnen machte, wurde, nur 15 F. davon entfernt, zu dem Hause ein Keller ausgegraben, und als man hier erst 4 F. tief gekommen war, strömte schon das Grundwasser so stark zu, dafs man das weitere Graben aufgeben mufste. Um das Wasser aus dem Fundamente des Hauses wegzuschaffen, weil es dort Stock und Schwämme erzeugt haben würde, ward es nach meiner Angabe durch eine Röhre in den Brunnen geleitet.

Ich könnte Erfahrungen beim Graben von Brunnen, wie die vorstehenden, noch viele mittheilen, wenn ich nicht befürchtete, zu weitläuftig zu werden. Ich glaube aber, dafs die obigen Nachrichten (sämmtlich *amtliche* Thatsachen) von Brunnenbauten in Ostpreufsen, in der Richtung von der Hauptstadt Königsberg ausgehend und dahin wieder zurückkehrend, aufgezählt, schon einige umfassende Ansichten von den verschiedenartigen Erdschichten, wie sie dort von den Anhöhen herab und in den niedrig liegenden Stellen aufgeschwemmt und geformt sind, gewähren werden.

Um Mehreres über die Aufschichtung der Erd-Oberfläche hier zu erfahren, ist es auch dienlich, die im Abbruch stehenden Ostsee-Ufer in Augenschein zu nehmen: besonders das zum Theil über 100 F. hohe und fast senkrechte Ufer der Ostsee von Alt-Pillau an bis Brüsterort, und von da ab, dem Bade-Ort Cranz vorbei, bis zum Dorfe Sarkau; ferner hinter dem Leuchtthurm bei Memel, bis zur Russischen Grenze; desgleichen die abbrüchigen Stellen in dem Ufer der beiden Hafe, so wie auch die Ufer des Dange-, Memel- und Pregelstroms, und des Alle-, Angerapp-, Weske-, Passarge- und Drevenzflusses u. s. w. Man findet hier Aufschwemmungen der verschiedenartigsten Erdschichten, in mannigfacher Form und mit einge-

mengten Geschieben, unter welchen oft grofse Granitblöcke sind. Aehnliches fand man beim Bau der Kunststrafsen, wo Anhöhen durchschnitten wurden; auch sieht man es in den Hohlwegen der alten Strafsen; was öfters dem Reisenden, der die Umschaffung der oberen Erdrinde beobachten will, viele Unterhaltung gewährt, und woraus sich ebenfalls manches nützliche Resultat ziehen läfst.

Die Beschaffenheit der Rinde des Erdballs, deren Tiefe wir noch nicht ergründen konnten, läfst sich blofs aus der Oberfläche nicht beurtheilen, weil sie durch die Cultur eine Grasnarbe oder eine dünne Schicht von Humus-Erde, selbst auf sandigem Boden, erhalten hat. Die Boden-Carten, auf welchen die Erd-Arten der Oberfläche angegeben sind, sind daher auch nur dann zuverlässiger, wenn die Erdrinde in der Oberfläche wenigstens angeschnitten, oder durch Bohren und dergleichen untersucht worden ist.

Eine solche Boden-Carte von *Ostpreufsen,* und zwar vom Königsberger und Gumbinnenschen Regierungsbezirk, wurde auf Veranlassen des Herrn Ober-Landbofmeister und Ober-Präsidenten *v. Auerswald,* mit Zuziehung des jetzigen Geheimen Ober-Regierungsraths, Chefs des statistischen Bureaus etc. Herrn *Hoffmann* und des Herrn Regierungs-Präsidenten Grafen *Dohna-Wundlak,* unter meiner Mitwirkung entworfen und im Jahr 1812 beendigt. Auf dieser Carte sind folgende Hauptgattungen des Bodens, wie sie in Ostpreufsen vorzukommen pflegen, durch Farben angegeben.

1) Flugsand (unvermischter Sand und Kies).
2) Sandboden (mehr Sand, als Lehm und Damm-Erde).
3) Sandiger Lehm oder Mittelboden (weder Sand noch Thon überwiegend, sondern beides zu gleichen Theilen).
4) Lehmboden (mehr Lehm, als Sand). Zu dieser Classe wird auch der mit Eisen stark gemengte rothe und braune Lehm gerechnet.
5) Strenger Thon (schwarzer Lehm und schwarze Damm-Erde, in welcher sich nur ein kleiner Theil von Sand befindet).
6) Moorland (Niederungs-Torf und Bruchland, welches sich durch einen vorzüglichen Grad von Feuchtigkeit auszeichnet).

So ist auf der Carte die natürliche Beschaffenheit des Bodens, nach dieser Classification, ohne Berücksichtigung, ob der Boden als Acker, Wiese, Weide oder Forst benutzt wird, angegeben. (Siehe die Beiträge zur Kunde Preufsens, 2ter Band Seite 501.) In diesem Bande der Bei-

träge befindet sich auch eine Copie von der Carte in verkleinertem Maafsstabe, vom Herrn Regierungsrath und Professor *Hayen* in Königsberg, welche zwar nicht illuminirt, sondern nur schwarz schraffirt und punctirt, jedoch so deutlich ist, dafs sie ein möglichst treues Bild der Boden-Arten in Ostpreufsen und Litthauen giebt und zum gewöhnlichen Gebrauch hinreicht.

Als die Kunststrafsen in Preufsen gebaut und die alten Land- und Poststrafsen nach dem Kriege wieder gehörig in Stand gesetzt werden sollten, erhielt der Regierungs-Assessor *Grammelsdorf* auf meinen Vorschlag den Auftrag, den Boden an den projectirten Kunststrafsen-Linien, so wie auch an den alten Strafsen, bergmännisch durch Graben und Bohren, wegen der Gewinnung von Steinen, Grand und Kies, zu untersuchen; welches denn zugleich auch zu einer Revision der Boden-Carte diente, und wodurch die Kenntnifs des Ostpreufsischen Bodens noch mehr begründet wurde. Es fanden sich auch hiebei an den Strafsen die aufgeschwemmten Erdsschichten so verschieden, wie sie oben bei den Brunnen beschrieben sind.

Nimmt man nun bei der Durchsicht der obigen Beschreibung der Brunnen die v. Schröttersche und Engelhardsche Carte (oder auch meine Gewässerkarte, die ich meinen „Bemerkungen über die Gewässer, die Ostseeküste und die Beschaffenheit des Bodens im Königreich Preufsen u. s. w." im Jahre 1829 beigefügt habe) zur Hand, so sieht man, dafs sich beim Eintiefen in die Erdrinde, vom Weichselstrom und dem Drewenzfluss ab, bis in die östliche Gegend an der Polnischen oder vormals Neu-Ostpreufsischen Grenze, keine Spuren von *Felszügen* in der Tiefe, so weit sie untersucht ist, sondern nur zertrümmerte Felsblöcke und Rollsteine, nebst anderen Geschieben, in den durch Aufschwemmungen geschichteten Erdmassen eingemengt finden.

Im vormaligen *Neu-Ostpreufsen* habe ich, als ich von 1801 bis 1806 an der Regulirung der dortigen schiff- und flöfsbaren Wasserwege und an der Melioration, mit dem Kriegs- und Domainenrath und Wasserbau-Director Herrn *Schüler* gemeinschaftlich arbeitete, einen fast durchgängig gleichen Boden gefunden.

Den Namen Neu-Ostpreufsen erhielt jene Gegend, als sie 1793 und 1795 unter Preufsische Botmäfsigkeit kam, im Jahr 1796, bei ihrer Organisation. Alles fand sich dort in den traurigsten Verhältnissen, nach

dem Kriege und den innern Unruhen. (Siehe meine „Bemerkungen über die Verbindung der Gewässer u. s. w." in *Berghaus* Annalen der Erdkunde etc. X. Band 1stes Heft.)

Zur nähern Kenntnifs der Gegend ward eine topographische Ausmessung derselben eingeleitet, da keine richtige Carte davon vorhanden war, und es wurde zugleich darauf Bedacht genommen, auch die nöthigen Data zur *Boden-Carte* zu sammeln.

Der Boden von Neu-Ostpreufsen, von welchem fast der dritte Theil der Fläche aus Brüchen und Sumpf besteht, liegt fast flach, dacht sich nach den grofsen Wasserläufen, dem Weichselstrom, Bug- und Narewfluſs, so wie nach dem Memelstrom ab, und nur hin und wieder erheben sich verschiedenartige Anhöhen oder sogenannte Wassergebirge.

Die Provinz Neu-Ostpreufsen wurde in zwei Verwaltungsbezirke, in das Plocker und Bialystocker Kammer-Departement getheilt. In diesen waren weiter folgende Kreise.

### Im Plocker Departement:

| | |
|---|---|
| Der Lipnosche Kreis.<br>Der Mlawersche Kreis.<br>Der Wyszogrodsche Kreis.<br>Der Przasnicische Kreis. | In diesen Kreisen ist guter Boden; nur fehlt es an Wiesen und Holz. Hier wohnen viele Deutsche und haben schon eine bessere Cultur eingeführt. |
| Der Pultuskische Kreis. | Dieser Kreis hat viel sandigen Boden und Waldungen. |
| Der Ostrolenkasche Kreis | enthält viele Sandflächen und grofse Waldungen. |

### Im Bialystocker Departement:

| | |
|---|---|
| Der Lomzaer Kreis. | Dieser Kreis hat zum Theil sandigen Boden und |
| Der Goniondsche Kreis | enthält viel Sumpf und Wiesen. |
| Der Suraszer Kreis.<br>Der Drohyezynsche Kreis.<br>Der Belsksche Kreis.<br>Der Bialystocksche Kreis.<br>Der Dombrowasche Kreis. | Diese Kreise haben verschiedenartig gemischten Boden und zum Theil grofse Waldungen von Nadelhölzern, worin die Bienenzucht getrieben wird. |

Der Wigrysche Kreis.
Der Kalwarische Kreis.
Der Marianpolsche Kreis.

} Diese Kreise haben vortrefflichen flachliegenden Boden, sind gut angebaut und die Bauern sind wohlhabend.

Der Flächenraum der Provinz Neu-Ostpreufsen beträgt nach der astronomisch verificirten Carte im Bialystocker Kammer-Departement 452 und im Plocker-Departement 326, mithin zusammen 778 Quadratmeilen. Die Steingeschiebe liegen hier eben so zerstreut, wie in Ost-Preufsen auf der Oberfläche der Erdrinde.

Wie hier die Erdrinde durch die Aufschwemmungen geschüttet sei, darüber haben mir die folgenden Herren Baubeamten ihre gesammelten Data meinem Wunsche gemäfs mitgetheilt: der Ober-Bau-Inspector Herr *Adler* zu Plock; der Bau-Inspector Herr *Mahn* ebendaselbst; die Herren *Goppert* in Mlava und *Trepplin* zu Pultusk; der Bau-Director Herr *Braun* zu Bialystock; der Bau-Inspector Herr *Tripp* ebendaselbst; die Herren *Grützmacher* zu Lomza, *Vogt* zu Wiysttiten, *Bielitz* zu Ludwinono und *Machler* zu Neustadt. Zu diesen Beobachtungen kamen noch die meinigen und die des vorhin gedachten Herrn etc. *Schüler* bei der Regulirung der Wasserläufe zu den Schiffahrtswegen und den Meliorationen. Ich will aber alle diese Data hier nicht speciell mittheilen; denn sie sind den obigen aus Ostpreufsen ganz ähnlich; mit Ausnahme jedoch des Kreidebodens am Memelstrom, über welchen ich Folgendes anzuführen mir erlaube.

Bei dem Salzmagazin Balla, 1½ Meile unterhalb Grodno, ergiefst sich ein aus der Gegend von Labna sich hinunter ziehendes Flüfschen auf dem linken Ufer der Memel in diesen Strom und durchschneidet unterhalb die dortigen Kreideberge, welche jedoch nur aus dem 50 bis 60 F. hohen Boden selbst bestehen und das Memel-Ufer bilden. Dieser Kreideboden enthält viele Feuersteine oder harte Kiesel, von verschiedener Form und Gröfse. Sie sind mehrentheils rund, aber auch oft Baumästen und andern Gegenständen ähnlich, und mit einer weifsen Rinde überzogen. Das Gestein besteht aus Kreide, Gips, Sand, oder Kalkmergel. Die Feuersteine sind gelb, theils ins Braune fallend, theils weifs, röthlich, bräunlich, matt wie Horn schimmernd, im Bruch splitterig und glatt, halbdurchsichtig und so hart, dafs man Glas damit schneiden kann. Oft sind die Steine im Kerne mit Quarz, Kreide oder Mergel untermengt. Kurz nachdem die Feuersteine ausgegraben sind, spalten sie sehr leicht, werden aber, in freier Luft getrocknet, härter. Im Wasser verlieren sie an Güte.

Die aus Kreide bestehenden schroffen Ufer, zwischen denen sich das Flüfschen, welches vorzüglich gutes Wasser hat, hindurch schlängelt, gleichen einem Marmorbruch. Rothe, braune, gelbe und grüne Schichten durchsetzen es mannigfaltig und gehen dann zur weifsen Grundfarbe über. Die weifse Kreide wird zum Ausweifsen der Stuben u. s. w. gebraucht; die farbige ist zum Anstrich der Gebäude, besonders im nassen Kalk, brauchbar, und die in Bialystok damit gemachten Versuche gaben günstige Resultate. Die Bauern in der dortigen Gegend machen aus dieser Kreide einen Handels-Artikel; sie kommen nie ganz ohne Etwas davon zur Stadt oder zum Markt, sondern bringen wenigstens so viel mit, um sich dafür gütlich zu thun.

Auch weiter vom Memelstrom entfernt, z. B. bei Proleyken u. s. w. giebt es zum Theil sanfte Anhöhen und Flächen, deren Masse aus eben der Kreide-Art besteht und die nur eine Rinde Humus-Erde hat, auf welcher die Vegetation bei günstiger Witterung sehr kräftig und ausgezeichnet gut ist.

Der Boden auf der rechten Seite des Memelstroms in Rufsland ist noch weithin, eben wie in Ostpreufsen, aus verschiedenen Erd-Arten geschichtet und mit Geschieben gemengt. Besonders macht der Memelstrom bei Fluthen grofse zertrümmerte Granitblöcke an den Ufern erdfrei; durch welche dann die Schiffahrt sehr behindert und selbst zuletzt ganz gehemmt wird.

Ein solcher Fall war damals wieder eingetreten, und da nun nach dem am 21sten Juni 1796 zu Grodno geschlossenen Grenztractat der Memelstrom, vom Einfall des Cossosnaflusses, $\frac{1}{2}$ Meile unterhalb Grodno, bis zur Ausmündung des Swenteflusses bei dem Preufsischen Grenzzoll-Amte Schmalenigken, die Grenze zwischen den Königlich-Preufsischen und Kaiserlich-Russischen Staaten bilden sollte, so hatte derselbe als schiffbarer Wasserweg grofse Wichtigkeit erhalten: besonders für Rufsland, wegen der Wasserstrafse von der Ostsee nach dem Schwarzen Meere (ich habe sie besonders beschrieben). Zur Regulirung des Memelstroms, in der vorhin bezeichneten Ausdehnung, auf $54\frac{1}{2}$ Meilen lang, zur Wasserstrafse, wurde demnach, in Folge der zwischen den beiden Mächten zu Wilna am 30. December 1802 geschlossenen Convention eine combinirte Schiffbarmachungs-Commissions ernannt, deren Mitglied auch ich war. (Siehe meinen Aufsatz in den Beiträgen zur Kunde Preufsens, 3ter Band.) Ich erhielt hier von Kaiserl. Rufs. Commissarien aus dem Wassercommunications-Departe-

ment und dem hydraulischen Ingenieurcorps manche gewünschte Nachrichten über die Bodenlage von Rufsland, aus welchen sich ergiebt, dafs die Erdrinde auch dort durch *Aufschwemmungen* aufgeschichtet und mit Geschieben gemengt ist.

Kehren wir nach Preufsen zurück und nehmen die v. Schröttersche oder Engelhardtsche Carte zur Hand, so finden wir, dafs die obigen Nachrichten von den Brunnen in Ostpreufsen und einem Theile von Westpreufsen und Litthauen die ganze Landfläche zwischen dem Memelstrom, dem Bug- und Narewfluſs, bis an die Polnische Grenze umfassen; auch habe ich Neu-Ostpreufsen in der Beschreibung der Bodenlage nach meiner Localkenntnifs mit aufgenommen: auch auf meiner Gewässercarte von Preufsen, um die aus dem vormaligen Neu-Ostpreufsen kommenden Wasserwege, für deren Regulirung unter Preufsischer Herrschaft so viel geschehen ist, übersehen zu können.

Die in der Beschreibung der Brunnen angegebenen Höhen der Anlagepuncte und das Gefälle der Wasserläufe in Neu-Ostpreufsen sind durch hydrostatische Nivellements Behufs der Regulirung der Wasserwege und der Anlage der Kunststrafsen in Ostpreufsen unter meiner Direction ermittelt worden. Wo die Ermittelungen nicht ganz ausreichten, habe ich die Höhen nach den Wasserläufen, und zwar auf 100 laufende Ruthen durchschnittlich zu 3 Z., was nach vieljährigen Beobachtungen und Erfahrungen die Art der fliefsenden Gewässer in Preufsen ist, berechnet, und so ein möglichst richtiges Resultat zu erlangen gesucht; was sonst ohne specielle Nivellements und nicht ohne viele Kosten zu erreichen gewesen sein würde. Dafs es hier auf Zolle und Linien nicht ankommen kann, ist klar. Barometrische Messungen, wie *Perpier* und *Pascal* zuerst zu Clermont im Jahr 1648 sie versuchten und die dann nachher weiter ins Leben traten, dürften nur mehr in hohen Gebirgen anwendbar sein. Auf blofs hügeligem und wellenförmigem Boden, wie hier in Ostpreufsen, wo die Temperatur und die Strömungen der Luftschichten sehr oft einem schnellen Wechsel unterworfen sind, geben sie kein sehr richtiges Resultat: es sei dann, dafs sie mit der gröfsten Vorsicht *oft wiederholt* und dabei etwa die Schichtenmethode, welche *Benzenberg* im Jahr 1811 beschrieben hat, bei der Berechnung der Höhen in Anwendung gebracht würde.

Nach den bei meinem 44jährigen Geschäftswirken gesammelten Datis für die Kenntnifs des Bodens in Ostpreufsen, der Gewässer, welche

ihn durchströmen, und der Erhebung des Bodens über den Wasserspiegel der Ostsee, habe ich eine Gewässer- und Höhen-Carte des Landes, in Verbindung mit Neu-Ostpreufsen, zusammengetragen, und werde solche in der Folge veröffentlichen. Nach dieser Carte ist die Höhe der Ströme und Flüsse in Neu-Ostpreufsen und der Umgegend beim mittlen Wasserstande, nemlich im Mittel zwischen dem niedrigsten und höchsten Sommerwasserstande, welcher an den Pegeln beobachtet wurde, über dem Wasserspiegel der Ostsee, folgender. Der Weichselstrom bei Warschau liegt 223 F. hoch über der Ostsee; der Bugfluſs bei Nimirow, wo in früherer Zeit, als Neu-Ostpreufsen unter Preufsischer Botmäfsigkeit stand, die Grenzen des Preufsischen, Russischen und Oesterreichischen Staats zusammentrafen, 366 F.; der Narewfluſs bei der Stadt Narew an der Russischen Grenze 428 F.; der Memelstrom unterhalb Grodno, wo der Lossofsnafluſs in ihn ausmündet, 362 F. Der Boden in Neu-Ostpreufsen, in der nördlichen Gegend, ist 200 bis 300 F., in der südlichen, vorlängs der Preufsischen Grenze, 300 bis 400 F. und weiterhin am Bugfluſs und Weichselstrom 150 bis 200 F. hoch über der Ostsee. Die Höhenlage des Bodens in Ostpreufsen läfst sich nach der obigen Nachricht von den Brunnen beurtheilen, und ich habe auf der vorgedachten Gewässer- und Höhen-Carte nicht allein den flachen, hügeligen und wellenförmigen Boden, sondern auch die relativen Höhen der Erd- oder Landrücken, die die Wassergebirge bilden und die Fluſs- und Stromgebiete begrenzen, angegeben.

Ich gehe noch von Ostpreufsen, für die Untersuchung der Erdrinde rücksichtlich ihrer Lagerungsschichten, auf die linke Seite des Weichselstroms nach Westpreufsen über. Hier ist des Vorfalles zu gedenken, welcher sich im Jahr 1798 in Bromberg bei dem Graben eines Brunnens ereignete und dessen ich schon bei anderer Gelegenheit in diesem Journal (Bd. 15. S. 362) gedacht habe, nemlich bei einem Brunnen auf dem linken Ufer des Braheflusses, in der Vorstadt, auf dem Hofe des Ziegler Walter, jetzt dem Ollenrothischen Hofe, 30 Ruthen 3 F. vom Braheflufs entfernt, und 15½ F. über dem Wasserspiegel hoch. Man fand in diesem Brunnen festen Lehm, durchgängig ohne die geringste Spur von Wasser. Der Eigenthümer wurde dadurch muthlos und wollte den Brunnen aufgeben, nachdem er schon 40 F. eingetieft war. Als aber auf mein Anrathen weiter gebohrt wurde, brach plötzlich, nachdem sich anfangs immer noch kein Wasser gezeigt hatte, dasselbe plötzlich in solcher Menge hervor, dafs es den

Hofraum und die benachbarten Gärten überschwemmte und schnell von dem Brunnen nach dem Brahefluſs eine Ableitungsröhre zur *Entwässerung* der Grundstücke 10 F. tief in die Erde gelegt werden muſste. Dieser Zufluſs in den Brunnen war nur vermöge des fortgepflanzten hydrostatischen Drucks von den ½ Meile weit liegenden, etwa 40 F. hohen Hügeln möglich gewesen. Der Brunnen bekam nachher eine Decke und Aufsatzröhre und hat nachhaltig den Bedarf an Wasser geliefert. Ein ähnlicher Fall ist jetzt in St. Troud in Belgien vorgekommen (siehe die Berliner Zeitung vom 13ten Juli 1841), wo, als man einen Artesischen Brunnen 470 F. tief gebohrt hatte, aus demselben das Wasser, von gutem Geschmack und ganz rein, so in die Höhe strömte, daſs es in den nahe liegenden Gebäuden vielen Schaden anrichtete. Alle angewandten Mittel, das Ausströmen des Wassers zu hemmen, waren vergebens, bis endlich der Ausfluſs des Wassers von selbst aufhörte, weil wahrscheinlich das Bohrloch in der Tiefe durch die nachgefallene Erde wieder verstopft worden war (wovon man ebenfalls mehrere Beispiele hat). Es ist Schade, daſs sich hier die hydrostatische Druckhöhe und ihre Entfernung nicht angegeben findet. Die Erdwärme allein kann solche Ausströmung des Wassers wohl nicht füglich erzeugen.

Ueber die Bodenlage in der Gegend von Bromberg, und überhaupt im Netzdistrict, die ich, als ich am Bromberger Canal in den Jahren 1798 bis 1801 angestellt war, zum Theil dienstlich, wegen der Baumaterialien, Feldsteine, des Grandes und der Kalksteine, die man dort in kleinen Stücken als sogenannten muschelartigen Lesekalk findet, theils in wissenschaftlicher Hinsicht, wegen der Versteinerungen und Urnen, die auf beiden Seiten des Netzflusses bei Wirsetz, Czarnikow u. s. w. vorkommen, untersucht habe, bemerke ich Folgendes. Der Boden liegt flach und ist zum Theil wellenförmig. Hin und wieder erheben sich Hügel: das Land wird jedoch nicht von so vielen Wasserläufen wie Ostpreuſsen durchströmt; wo die Natur an der Umschaffung der Erd-Oberfläche nach dem Gesetz der Schwere fortwährend kräftig arbeitet. Die Masse der Erdrinde besteht im Netzdistrict aus Sand, Grand, Kies, Lehm, Thon und Mergelschichten; wobei jedoch der Sand vorherrschend ist. Uebrigens ist diese Erdmasse in der Oberfläche, eben wie in Ostpreuſsen, mit verschiedenartigen Geschieben gemengt. Der nachherige Regierungsrath und Baudirector Herr *Peterson* und der jetzige Baurath Herr *Peterson,* der Landbaumeister Herr *Schmidike* und der Bau-Inspector Herr *Kypke,* sämmtlich in Bromberg, haben mir

über diese Gegend, damals und späterhin, manche Nachrichten und Erfahrungen mitgetheilt, deren specielle Ueberlieferung ich aber hier übergehe, da sie nur ergeben, dafs auch hier die verschiedenen Aufschichtungen der Erdrinde durch *Aufschwemmungen* erfolgten.

Aehnlich verhält es sich mit dem Boden auf dem linken Ufer der Weichsel, bei den Städten Neuenburg, Mewe und Dirschau, auf dem 60 bis 80 F. hohen Thal-Ufer der Niederung. Ingleichem mit den Anhöhen und Hügeln von Danzig, bis Neustadt, und mit der Gegend nach Lauenburg hin, so weit ich sie in den schartigen oder in Abbruch stehenden und bei dem Bau der Kunststrafse durchschnittenen Erdrücken habe sehen können. Es kommen nur an einigen Stellen Kalk-Incrustirungen, und unter dem Geschiebe, besonders am Ufer der Ostsee, grofse Granitblöcke vor.

Von dem Dorfe Schönwalde, über Neustadt, bis zum Ufer der Ostsee hin, bilden die zusammenhängenden Hügel den Höhenzug oder Erdkamm, in welchem mehrere kleine Wasserläufe ihre Quellen haben. Die Erhebung des Bodens beträgt etwa 500 bis 600 F. Der höchste Punct der Hügel, südlich in Preufsen, in der Gegend bei der Stadt Landsberg, ist 607 F. hoch; der Gollenberg bei Cöslin in Pommern ist 458 F. hoch, und in der Mark der Semmelberg, zwischen Tiefensee und Freienwalde a. O., 509 F. hoch über der Ostsee. Diese Höhen sind durch hydrostatische und trigonometrische Nivellements gefunden.

Um das Gemenge der Haupt-Bestandtheile der in Ost- und Westpreufsen vorkommenden Geschiebe besser zu sehen und beurtheilen zu können, liefs ich beim Bau der neunten steinernen Canalschleuse, derjenigen bei Nackel, welchen Bau ich leitete, im Jahr 1798, an dem Feldgestänge, welches zum Betrieb der Pumpen, um das Grundwasser aus der Baustelle zu schaffen, eingerichtet war (siehe die Anweisung zur Wasserbaukunst von *Gilly* und *Eytelwein* 2tes Heft), eine Vorrichtung zum Schleifen und Poliren der Steine anbringen, und habe so die vaterländischen Steine, vom Urgranit an, bis zum Mandelstein u. s. w., geschliffen und ohne weitere Kosten glänzend polirt bekommen. Ich habe diese Sammlung geschliffener Steine im Jahr 1832 der Universität zu Königsberg verehrt; wo sie auf Veranlassen des Geheimen und Ober-Regierungsraths und Senators der Hochschule Herrn *Reusch*, von dem Herrn Professor *Neumann* in Empfang genommen und zur Sammlung gebracht worden ist.

Wir gehen noch mit den Brunnen von der Weichsel weiter west-

lich. Es fand z. B. Herr *Hildebrand* in seinem frühern Aufenthalts-Orte Cüstrin beim Graben eines Brunnens im Jahr 1819 auf der Neustadt, welche auf einer Insel liegt, die einerseits von der Oder, anderseits von der Warthe umflossen wird, und die über dem gewöhnlichen Wasserstande der Oder 8 F. hoch ist, 320 F. von der Warthe und 110 F. von dem mit der Oder in Verbindung stehenden Festungsgraben entfernt, folgende Erdschichten: Damm- oder Füll-Erde 4 F. tief; Lehm, mit einigen Sand-Adern durchzogen, 18 F. dick; Mergel, mit Lehm und kleinen Feldsteinen gemengt, 8 F. dick, aus welcher Schicht schon einiges Wasser in den Brunnenschacht seigerte, aber nicht in hinreichender Menge, weshalb noch 91 F. tiefer in einen grauen festen Thon gebohrt wurde, in welchem man dann auf einige Schichten Kieselsteine stiefs, die so rein und abgerundet waren, wie man sie am Meeresstrande und in den Flufsbetten findet. In 60 F. Tiefe quoll aus einer 2 F. tiefen Sandschicht so viel Wasser hervor, dafs es 70 F. hoch im Brunnenschacht in die Höhe stieg. Sonst findet man in Cüstrin beim Eintiefen in die Erdrinde schon oft auf 12 bis 15 F. hinreichendes Wasser.

Von der Beschaffenheit der Erdrinde am Elbstrom, so weit sie beim Graben von Brunnen untersucht worden ist, hat mir der obengedachte Bau-Inspector Herr *Gause* in Wittenberg, welcher früher in Ostpreufsen angestellt war, am 4ten December 1834 folgende Nachrichten mitgetheilt.

In einigen Gegenden, auf flachem Boden, bestehen die Erdschichten in der Regel aus gelbem oder scharfem Sande, oft mit Kieseln in Nestern, selten mit einer bedeutenden Lehm- oder Thon-Ader gemengt, und man findet gewöhnlich schon 20 bis 24 F. tief gutes Wasser; dagegen hat man auch bis 180 F. tief graben oder bohren müssen, ohne Wasser zu finden.

Im Jahr 1824 hat Herr *Gause* bei dem Graben eines Brunnens beim Forsthause Bauerhaus, zwischen Wittenberg und Düben, folgende Erdschichten gefunden: Sand, mit Lehm gemengt, 9 F. tief; reinen Töpferthon 9 F., Braunkohle 10 F., Mergel 3 F., schöne Braunkohle 29 F., feinen weifsen Sand 20 F. tief und darüber, so dafs die Bohrvorrichtung nicht ausreichte und der Brunnen aufgegeben werden mufste. Artesische oder blofs gebohrte Brunnen sind in dortiger Gegend noch nicht ausgeführt worden; aufser auf dem Torgauer Schlofshofe; wovon aber der Erfolg noch nicht bekannt ist. Dieses Schlofs liegt auf einem isolirt stehenden Porphyr-

felsen, der nach der Elbe zu schroff hinabsinkt und erst 3 Meilen hinter Torgau, bei Schildau, wieder zum Vorschein kommt.

Ueber die in entferntern Gegenden beim Eintiefen der Brunnen in die Erdrinde gefundenen Erdschichten führe ich noch Folgendes an. Nach *Buffon* fand man bei Modena, in einem Umkreise von 4 Meilen, fast an jeder Stelle, wo man 41 bis 44 F. Tiefe erreicht hatte, so viel Wasser, dafs es im Brunnen bis oben hinaufstieg; auch sagt *Buffon,* man habe in der Tiefe verschiedene Erdlagen gefunden, theils moorige, theils sumpfige Erde und Kreide, und zwar überall in derselben Ordnung. Oefters traf man mit dem Erdbohrer auf Stämme von grofsen Bäumen, auf Knochen, Kohlen und Feuersteine.

Ich gebe noch einen Auszug aus der physikalischen Beschreibung der Erdkugel von *Torbern Bengmann* vom Jahr 1780, nach der zweiten Auflage von 1791, 1ster Band Seite 178 u. s. w., wo sich Nachrichten über die Erdschichten bei Amsterdam, Marly-la-Ville in Frankreich, Gravesand, Boserup in Schonen und bei Mühlheim an der Ruhr finden. Die Untersuchungen sind beim Graben der Brunnen, 100 bis 125 F. tief, gemacht worden. Die Schichtungen und Lagen waren sehr verschieden: Sand, bald fein, bald grobkörnig, Thon, Torf, Muschellagen, Schnecken, Sandsteine, Erde, röthliche Erde mit Schlamm, Feuersteine, Steinmergel, Sandmergel, kieselartiger Sand, Kreide, Steinkohlen, Thon, Mergel von verschiedenen Farben, und Walker-Erde. Alle diese Schichten sind theils durch den Niederschlag der Gewässer, theils durch Abschwemmung von den Höhen entstanden.

Diese vorstehenden Nachrichten, welche besonders für Ostpreufsen auf Thatsachen beruhen, theile ich hier als einen Beitrag zu der Geologie, nemlich der Untersuchung der Bildung der Erde und ihrer fortdauernden Veränderungen, mit und glaube, dafs es sehr wünschenswerth wäre, wenn wenigstens auch noch in den übrigen Provinzen des Preufsischen Staats solche Nachrichten zusammengetragen würden, um daraus hier die Beschaffenheit der Erdrinde, so weit sie untersucht ist, mehr übersehen zu können.

Von den in der *Mark Brandenburg* beim Graben von Brunnen gefundenen Erdlagen und Geschieben folgt noch als Nachtrag eine Nachricht, welche ich von dem Herrn Regierungs- und Baurath *Mellin* erhalten habe, und für welche ich demselben hier verbindlich meinen Dank abstatte.

(Die Fortsetzung folgt.)

# 12.

# Gewässer- und Höhen-Carte von Ostpreufsen und Litthauen und einem Theile der angrenzenden Länder.

(Gezeichnet im Jahr 1842 von *J. C. Wutzke,* Königl. Preufs. Geheimen Regierungs- und Baurathe.)

---

## Anzeige des Herausgebers des gegenwärtigen Journals.

Der Herr Verfertiger dieser, nach langen und mühsamen Vorarbeiten zusammengesetzten, in seinem Aufsatze über Erdschichten und Quellen erwähnten Carte ist leider! in diesem Jahre, wenn auch in schon vorgerücktem Alter, so doch viel zu früh für seinen Arbeits-Eifer, verstorben. Er war ein vielerfahrner und bewährter Baumeister, ein wackrer Mann und ein fleifsiger Mit-Arbeiter in dem Bestreben, Nützliches in seinem Fach zu fördern und verbreiten zu helfen. Kurze Zeit vor seinem Tode sendete er dem Herausgeber des Journals der Baukunst die hier vorliegende Carte, um sie durch dieses Journal zu publiciren; auch versprach er, noch nähere und ausführlichere Erläuterungen über die Mittel, durch welche die Carte zusammengestellt worden sei, und über ihre Art und ihren Zweck zu geben. Vor der Erfüllung dieses Versprechens hat ihn aber der Tod übereilt. Der Herausgeber des Journals kann daher hier nur diejenigen Erläuterungen mittheilen, die der Herr Verfasser theils der Carte selbst beigeschrieben, theils in seinen Briefen an den Herausgeber diesem gegeben hat. Dieselben enthalten indessen das wesentlich Nöthige. Sie sind folgende.

Die Carte zeigt zuerst, wie gewöhnlich, und unter den gewöhnlichen, auf derselben erklärten Zeichen, die Städte, Dörfer, Mühlen, Anhegerungen, Schlachtfelder und Burgruinen des Landes; desgleichen seine Gewässer und die Boden-Erhöhungen.

Nächstdem aber zeigt sie, unter den ebenfalls am Rande erklärten Zeichen, von welchen Schiffen und wie weit die Gewässer von denselben befahren werden. Die Einsenkung der Schiffe ist folgende.

*Dreimastige Seeschiffe.* Fregatten und Pinken 14 F.; Barken und Fleuten 12 F.; Schooner 11 F.; Galigatten 10 F.

*Zweimastige Seeschiffe.* Briggs 9 F.; Kuffen, Smacken und Galeassen 8 F.

*Einmastige Seeschiffe.* Jachten 7 F.; Sloopen und Tjacken 6 F.

*Stromfahrzeuge.* Bordinge 6 F.; Reisekähne 5 F. 4 Z.; Oderkähne 2 F. 9 Z.; Wittinnen und Strusen 3 F. 9 Z.; Branderkähne etc. 1 F. 6 Z.

Die grofsen Seeschiffe laden auf den Rheden ein und aus; die kleineren fahren mit voller Ladung, wenn sie nicht über 11 F. tief gehen, in die Häfen von Pillau und Memel ein. Die Stromfahrzeuge müssen nach der Wassertiefe beladen werden.

Ferner zeigt die Carte, unter den am Rande erklärten Zeichen, wie hoch der Wasserspiegel der Flüsse über der Ostsee liegt. Ueber die Anschwellungen der Flüsse findet sich auf der Originalzeichnung der Carte Folgendes bemerkt.

Das gewöhnliche Fluthwasser ist an dem seit dem Jahre 1789 an den verschiedenen Gewässern gesetzten Pegeln über den niedrigsten Wasserstand, amtlichen Beobachtungen zufolge, auf folgende Höhen gestiegen:

| | | |
|---|---|---|
| Im Frischen Hafe bei Pillau . . . . . | 3 F. | 4 Z. |
| Im Pregelstrom bei Königsberg . . . . . | 5 - | 8 - |
| Im Pregel bei Tapiau . . . . . | 10 - | 6 - |
| Im Pregel bei Insterburg . . . . . | 10 - | – - |
| Im Pisafluſs bei Gumbinnen . . . . . | 8 - | 6 - |
| Im Angerappfluſs bei Darkehmen . . . . . | 13 - | 3 - |
| Im Kurischen Hafe bei Memel . . . . . | 4 - | 8 - |
| Im Rufsstrom beim Flecken Rufs . . . . . | 9 - | 6 - |
| Im Deimefluſs bei Labiau . . . . . | 5 - | 3 - |
| Im Gilgestrom bei Schanzenkrug . . . . . | 17 - | – - |
| Im Memelstrom bei Tilsit . . . . . | 19 - | – - |
| - - - - bei Schmaleningken . . . . | 20 - | – - |
| - - - - bei Georgenburg . . . . . | 23 - | 6 - |
| - - - - bei Kauen . . . . . | 24 - | – - |
| - - - - bei Balwierzysken . . . . | 25 - | 8 - |
| - - - - bei Grodno . . . . . | 26 - | 6 - |
| Im Allefluſs bei Allenburg . . . . . | 15 - | 9 - |
| - - - bei Schippenbeil . . . . . | 15 - | – - |
| Im Passargefluſs bei Pfahlbude . . . . . | 7 - | 9 - |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Im Sorgefluſs bei Sollstadt . . . . . | 5 | F. | 3 Z. |
| Im Mauersee bei Angerburg . . . . . | 2 | - | 3 - |
| Im Löwentiensee bei Lötzen . . . . . | 2 | - | 9 - |
| Im Nicolaikensee bei Nicolaiken . . . . . | 3 | - | 3 - |
| Im Pissekfluſs bei Johannisburg . . . . . | 5 | - | - - |
| Im Narewfluſs bei Tykoczin . . . . . | 5 | - | 3 - |
| - - - bei Nowigrod . . . . . | 7 | - | 6 - |
| - - - bei Ostrolenka . . . . . | 11 | - | 9 - |
| - - - bei Pultusk . . . . . | 12 | - | 6 - |
| Im Bugfluſs bei Wiskow . . . . . | 12 | - | - - |
| Im Drewenzsee bei Osterode . . . . . | 2 | - | - - |
| Im Drewenzfluſs bei Straſsburg . . . . . | 6 | - | - - |
| - - - bei Leibitsch . . . . . | 7 | - | 6 - |
| Im Weichselstrom bei Thorn . . . . . | 12 | - | - - |
| - - - - bei Marienwerder . . . . | 18 | - | - - |
| Im Nogatstrom bei Marienburg . . . . . | 12 | - | 3 - |
| Im Elbingfluſs beim Hafenbaum . . . . . | 7 | - | - - |
| Im Werneſluſs bei Preuſs. Holland . . . . | 17 | - | - - |

Die Pegel und Mühlenfachbäume dienten bei diesen Beobachtungen zu festen Puncten. Nach den Wasserstands-Tabellen werden jährlich Wasserstands-Scalen zusammengetragen und bei den Provinzialbehörden in den Archiven aufbewahrt.

Sodann zeigt die Carte, durch die am Rande erklärten Zeichen, ob die Oberfläche des Landes sich über das angrenzende Land erhebe, ob sie flach, hügelig, oder wellenförmig sei; desgleichen, wie weit das Terrain von den Flüssen überströmt werde. Die den Zeichen beigesetzten *Zahlen* geben jedesmal die Höhe des Orts, wo das Zeichen steht, über dem Wasserspiegel der Ostsee in Preufsischen Fufsen an, und neben den Flüssen, unter den zugehörigen Zeichen, die Höhe der Ufer; eben so, wie die Zahlen, welche den auf das Gefälle der Flüsse sich beziehenden Zeichen beigeschrieben sind, wie oben bemerkt, die Höhe des Wasserspiegels der Flüsse über dem Meere anzeigen.

Die Höhenmaafse sind bei den schiff- und flöfsbaren Wasserwegen durch hydrostatisches Nivelliren gefunden; bei den Nebenflüssen sind sie nach den durchschnittlichen Gefällen *berechnet*. Die Höhen des Bodens im Lande sind theils hydrostatisch, theils trignometrisch gemessen: nicht

mit dem Barometer, den der Herr Verfasser hiezu in dem wenig bergigen Lande für nicht so zweckmäfsig hielt. Er äufsert sich über die von ihm ausgeführten Höhenmessungen auch in seiner obengedachten „Sammlung von Bemerkungen über Erdschichten und Quellen etc."

Das an Ostpreufsen grenzende Neu-Ostpreufsen hat der Herr Verfasser in die Carte mit aufnehmen können, da er in dieser Gegend zur Preufsischen Zeit länger als Baudirector fungirt hat.

Ueber die Boden-Art in dem Lande, welches die Carte vorstellt, bemerkt der Herr Verfasser auf der Carte im Allgemeinen, der Boden bestehe durchgängig aus aufgeschwemmten Erdschichten, mit verschiedenartigen Geschieben von mannigfachem Korn und Gröfse vermengt, bis tief unter den Wasserspiegel der Ostsee hinunter; wie sich solches bei dem Graben der Brunnen gefunden habe. Das Nähere davon erzählt die erwähnte Sammlung der dabei gemachten Bemerkungen.

Endlich bemerkt der Herr Verfasser am Rande der Carte: die auf derselben angegebenen schiffbaren und flöfsbaren Wasserwege seien in seinen „Bemerkungen über die Gewässer der Ostseeküste etc. Königsberg 1829," die Burgen und Schlösser des Landes in seinen „Bemerkungen über die Besitznahme Preufsens, Berlin 1836," und die gegenwärtige Beschaffenheit der beiden Nehrungen und des See-Ufers in den „Preufsischen Provinzial-Blättern" von ihm speciell beschrieben worden.

Die Verlagshandlung des Journals der Baukunst wird die vorliegende Carte, von der gegenwärtigen Notiz begleitet, auch besonders verkaufen lassen, und es wird dieselbe in allen Buchhandlungen einzeln für 10 Sgr. zu haben sein.

Berlin, im October 1842.

# 13.

# Ueber die Bewegung des Wassers in Röhren.

(Nach „*D'Aubuisson de Voisins* Traité d'Hydraulique à l'usage des ingénieurs, 2me édit. 1840." Mit einigen Anmerkungen des Herausgebers des gegenwärtigen Journals.)

---

Das in der Ueberschrift genannte Werk des leider! viel zu früh für die Wissenschaften verstorbenen Herrn *D'Aubuisson,* Directors und Ober-Ingenieurs bei den Bergwerken, Officiers der Ehrenlegion, Ritters des Ordens St. Louis, Correspondenten des Instituts von Frankreich und perpetuirlichen Secretairs der Akademie zu Toulouse, ist eines der trefflichsten Lehrbücher der Hydraulik für Baumeister. Die hier vorliegende zweite Auflage des Werks hat der Herr Verfasser noch wesentlich vermehrt und verbessert.

Auch der Artikel über die Bewegung des Wassers in Röhren, und der zugehörige Artikel über springende Strahlen, findet sich in diesem Buche mit Klarheit und auf eine vorzügliche Weise abgehandelt. In der That vermochte wohl der Herr Verfasser, gerade hier Interessantes und Practisches zu geben, da er, als Erbauer der neuen Wasserleitung zu Toulouse (Man sehe seine Beschreibung derselben im 1sten und 2ten Heft 16ten Bandes dieses Journals), besonders Anlafs und Gelegenheit hatte, über Röhrenleitungen sorgfältige Untersuchungen anzustellen. Seine Theorie *müsse,* möchte man sagen, wohl hier nothwendig, vorzugsweise vor andern, *zuverlässig* sein, da eben nach ihr jene verwickelte, schwierige und ausgedehnte Wasserleitung *gebaut* worden ist, die den besten Erfolg gehabt hat, während andere abweichende Theorieen nur mehr oder weniger Versuchen, zum Theil blofs im Kleinen, sich anschliefsen. Auch enthält der Artikel, neben der Theorie, zugleich für *Erbauer* von Röhrenleitungen treffliche *practische* Bemerkungen, wie sie der Verfasser aus seiner wichtigen Erfahrung im Grofsen zu geben wohl im Stande war; so dafs die Abhandlung schon in diesem Betracht ganz in dem gegenwärtigen Journal an ihrer Stelle ist.

Da nun der Herausgeber dieses Journals gerade auf *diesen* Artikel des Buches auch noch bei der Gelegenheit aufmerksam geworden ist, als

er an der Fortsetzung der im 3ten und 4ten Hefte 16ten Bandes gedruckten Abhandlung „Ueber die Mittel und die nöthigen Bauwerke zur Reinigung der Städte und zur Versorgung derselben mit Wasser," nemlich an dem zweiten Theile derselben, die Versorgung der Städte mit Wasser betreffend, zu arbeiten anfing; welcher Fortsetzung er nothwendig eine Theorie der Bewegung des Wassers in Röhren und der springenden Strahlen hätte vorausschicken müssen: so hat er es, da er so den doppelten Zweck erreichte, die wichtige Abhandlung des Herrn *D'Aubuisson* hier mitzutheilen, und seiner eignen Abhandlung die Grundlage zu geben, für angemessen gehalten, eine Uebersetzung des Artikels aus dem *D'Aubuisson*schen Werke, der darin das 3te und 4te Capitel des zweiten Abschnitts ersten Theils einnimmt, und der auch aufser dem Zusammenhange mit dem Uebrigen recht gut verständlich ist, dem Journale, von einigen Anmerkungen begleitet, hier einzuverleiben, und er glaubt, dafs dieser Aufsatz den Lesern des Journals angenehm und in vorkommenden Fällen von Nutzen sein werde.

Die Zahlen der Paragraphen und der Figuren des Originals sind beibehalten worden, damit, wenn sich Anlafs ergeben sollte, auch noch andere Abschnitte des trefflichen Buchs auf ähnliche Weise mitzutheilen, die Ordnung dieser Zahlen nicht unterbrochen und die Correspondenz mit dem Originale nicht erschwert werden möge. Wie überall in Mittheilungen des gegenwärtigen Journals aus nicht Preufsischen Landen, sind Maafse, Gewichte und Geld auf Preufsische reducirt worden. D. H.

## D'Aubuisson Traité d'Hydraulique.

### Erster Theil. Zweiter Abschnitt.

#### Drittes Capitel.

### Von der Bewegung des Wassers in Röhrenleitungen

Aehnlichkeit der Bewegung des Wassers in Röhrenleitungen und in Canälen.

181. Das Wasser bewegt sich in langen abhängigen Röhrenleitungen, eben wie in offenen Canälen, vermöge seiner Schwere, oder vielmehr vermöge desjenigen Theils seines Gewichts, welcher durch den Abhang der Röhre

wirksam wird. Die beschleunigende Kraft ist in dem einen und dem andern Falle $= 2gp$. [$g$ ist die Höhe des freien Falles in der ersten Secunde, also $= 15\frac{5}{8}$ F. Preufs.; $p$ ist eine Zahl, deren *Einheit* die beschleunigende Kraft der *Schwere* ist. D. H.] Also, wenn man an die Oberfläche eines Behälters $M$ (Fig. 36.) eine Röhre oder einen offenen Canal $AB$ setzt, so würde das Wasser, wenn sonst kein Hindernifs der Bewegung da wäre, in $B$ mit der der Höhe $EB$ entsprechenden Geschwindigkeit ausfliefsen.

Auf die Einmündung eines offenen Canals wirkt in der Regel *kein* Druckwasser, wohl aber gewöhnlich auf die Einmündung einer Röhre. Senkt man z. B. die Röhre $AB$ nach $CD$ hinab, so drückt das Wasser schon auf die Einmündung $C$ und es wird also schon in $C$ mit der der Höhe $AC$ entsprechenden Geschwindigkeit einströmen. Nach den Sätzen von der beschleunigten Bewegung kommt diese Geschwindigkeit zu derjenigen hinzu, welche die Flüssigkeit auf dem Abhange von $C$ nach $D$ erlangt. Also wird das Wasser, abgesehen von den Hindernissen der Bewegung in $D$, mit einer Geschwindigkeit ausströmen, die dem freien Falle von der Höhe $AC+FD$ oder von $ED$ entspricht; welche Höhe also die Kraft vorstellt, die den Ausfluss bestimmt. Der angenommene Fall läfst sich auch ebenfalls noch auf den eines offenen Canals bringen. Wenn man nemlich $CG$ bis nach $G$, der Oberfläche des Behälters, verlängert und einen offenen Canal von $G$ nach $D$ legt, so wird in demselben das Wasser ebenfalls mit der der Höhe $ED$ entsprechenden Geschwindigkeit in $D$ ausströmen. Also sind in Röhren und Canälen die beschleunigenden Kräfte und ihre Wirkung die nemlichen.

Vermöge der beschleunigenden Kraft der Schwere müfste die Geschwindigkeit der Bewegung des Wassers in abhängigen Röhren *immerfort zunehmen.* Gleichwohl kann sie schon in geringer Entfernung von der Einmündung gleichförmig werden. Es mufs also, über diese Entfernung hinaus, eine entgegengesetzte Kraft in jedem Augenblick die weitere Wirkung der Schwere aufheben. Diese entgegengesetzte Kraft kann keine andere als der Widerstand der Röhrenwände sein, welcher, wie in den offenen Canälen, vom Anhängen der Theile der Flüssigkeit an den Röhrenwänden und an einander herrührt. [In Röhren von überall gleich grofsem Querschnitt mufs auch die Geschwindigkeit des Wassers *deshalb* gleichförmig sein, weil der Querschnitt überall gleich grofs ist und das

Wasser überall die Röhre ganz ausfüllt; welcher Grund der Gleichförmigkeit der Geschwindigkeit in offenen Canälen nicht Statt findet. Dort liegt derselbe, im Fall die Geschwindigkeit gleichförmig ist, *blofs* in dem Widerstande der Wände und des Bodens. D. H.]

Also sind die beschleunigende und die verzögernde Kraft in offenen Canälen und in Röhren dieselben. Die Bewegung in beiden ist von ähnlicher Art, und man könnte sagen, dafs der Fall der Röhren nur ein besonderer Fall der Canäle ist; nemlich der Fall, wo der Canal oben nicht offen, sondern verschlossen ist.

Indessen giebt der Unterschied der Form des Wasserbettes, in Beziehung auf die Bewegung, Anlafs zu eigenthümlichen Umständen, die eine besondere Untersuchung erfordern.

## Art. I. Von den einfachen Röhrenleitungen.

Man nennt in der Hydraulik und in der Kunst, das Wasser in Röhren zu leiten, eine lange Reihe aneinander gefügter Röhrenstücke *Leitung*, oder *Röhrenstrang*. Eine solche Leitung ist, im Gegensatz zu denen, die sich in Zweige theilen, *einfach*, im Fall ein einziger Röhrenstrang alles Wasser, welches ihm seine Einmündung zuführt, bis ans Ende fortleitet.

### *1. Geradlinige Leitung mit constantem Querschnitt.*

Wie sich der Widerstand ausdrücken läfst.

182. Wir wollen, der Einfachheit wegen, die beiden Kräfte, von welchen die Geschwindigkeit der Ausströmung abhängt, nemlich die Druckhöhe $AC$ auf die Einmündung und die Höhe des Abhanges $FD$ in *eine* zusammenfassen. Zu dem Ende stelle man sich vor, die Leitung $CI$ liege in $HI$ horizontal, am Boden eines Behälters, dessen Tiefe $AH$ gleich $AC+FD=ED$ ist. Hiedurch wird nichts in den Datis der Aufgabe geändert. Kraft und Widerstand bleiben dieselben; denn auch der letztere ist von der Lage der Röhre unabhängig.

Die Wassersäule, unter welcher das Wasser aus $D$ strömt, nemlich der Unterschied $ED$ der Höhe des Wasserspiegels und der Ausflufs-Oeffnung, soll *Wasserhöhe* heifsen. Wir werden dieselbe in der Regel durch $H$ bezeichnen.

Wäre kein Widerstand der Röhrenwände vorhanden, so würde, abgesehen von der Zusammenziehung des Strahls bei der Einmündung, wie oben bemerkt, das Wasser mit der der freien Fallhöhe $H$ zukommenden Geschwindigkeit aus $D$ ausströmen. Aber dies geschieht nicht, weil der Widerstand der Röhrenwände der Bewegung Hindernisse entgegensetzt. Durch diese Hindernisse wird die Geschwindigkeit des Ausflusses vermindert. Sie vernichten gleichsam einen Theil der Druckhöhe $H$. Der Ausfluſs erfolgt nur mit der der übrig bleibenden Druckhöhe entsprechenden Geschwindigkeit. Diesem übrig bleibenden Theile der Druckhöhe entspricht nun nicht allein die Geschwindigkeit des Ausflusses, sondern zugleich die Geschwindigkeit an allen Stellen der Röhre gleichmäſsig, weil die Geschwindigkeit in der überall gleich *weiten* Röhre überall gleich groſs ist. Es sei $v$ die Geschwindigkeit des Ausflusses, so ist [wie bekannt] $\frac{v^2}{4g}$ die ihr entsprechende freie Fallhöhe, und folglich ist $H - \frac{v^2}{4g}$ der von dem Widerstande der Röhrenwände vernichtete *Theil* der Wasserhöhe. Dieser Theil miſst den Widerstand und stellt ihn vor.

183. [Die Anmerkung des Originals in diesem Paragraph bezieht sich auf weiter Vorhergegangenes und kann hier wegbleiben. D. H.]

### Betrag des Widerstandes. Grundgleichung.

184. Der Widerstand der Röhrenwände wird offenbar im Verhältnisse der benetzten Fläche stehen, also im Verhältniſs der *Länge* und des ganzen *Umfanges* der Röhre. In offenen Canälen kommen, als Umfang, nur Wände und Boden in Betracht. Anderntheils vertheilt sich der Widerstand auf eine um so gröſsere Menge von Wassertheilen, je gröſser der *Querschnitt* der Röhre ist; er wirkt folglich in demselben Verhältniſs *schwächer* auf jeden einzelnen Theil, und folglich auf die ganze Masse, und wird mithin im umgekehrten Verhältniſs der Zahl der Theile und folglich der *Gröſse des Querschnitts* stehen. Endlich wird der Widerstand, wie bei offenen Canälen, dem Quadrat der Geschwindigkeit, plus einem gewissen Bruch der einfachen Geschwindigkeit proportional sein. [Man sehe hier die Bemerkungen am Schlusse. D. H.]

Sind also

1. $\begin{cases} L \text{ die Länge der Röhre,} \\ S \text{ ihr Querschnitt,} \\ C \text{ ihr Umfang,} \\ a \text{ und } b \text{ zwei constante Coëfficienten,} \end{cases}$

so läfst sich der Widerstand durch

$$2. \quad a \cdot \frac{CL}{S}(v^2 + bv)$$

ausdrücken und man erhält

$$3. \quad H - \frac{v^2}{4g} = a \cdot \frac{CL}{S}(v^2 + bv).$$

185. Es sind nun die beiden Coëfficienten $a$ und $b$ zu bestimmen. *Prony,* welcher dies zuerst angemessen versuchte, ging von 51 Versuchen aus, welche von unsern geschicktesten Hydraulikern angestellt worden waren und welche schon *Dubuat* für seine Formeln benutzt hatte. Er findet

$$4. \quad a = 0{,}0001094 \text{ und } b = 0{;}15867.$$

[Da in dem Original alle Maafse in *Metern* ausgedrückt sind, also die Linienmaafse $H$, $v$, $g$, $C$ und $L$ *Zahlen von Metern* sind und das Flächenmaafs $S$ eine Zahl von *Quadratmetern* ist, so mufs man, da *dieselben* Buchstaben hier *Zahlen von Preufsischen Fufsen* und *Quadratfufsen* bezeichnen sollen, in der Formel des Originals, welche

$$5. \quad H - \frac{v^2}{4g} = 0{,}0003485 \frac{CL}{S}(v^2 + 0{,}0498\, v)$$

ist, die Längenmaafse mit $3{,}1862 = n$ und das Quadratmaafs mit $n^2$ dividiren, weil ein Meter 3,1862 Preufs. Duod. Fufs ist. Dás giebt

$$\frac{H}{n} - \frac{v^2}{n^2} \cdot \frac{n}{4g} = 0{,}0003485 \frac{CL}{n^2} \cdot \frac{n^2}{S}\left(\frac{v^2}{n^2} + 0{,}0498 \frac{v}{n}\right) \text{ oder}$$

$$H - \frac{v^2}{4g} = 0{,}0003485 \frac{CL}{S}\left(\frac{v^2}{n} + 0{,}0498\, v\right) \text{ oder}$$

$$H - \frac{v^2}{4g} = \frac{0{,}0003485}{3{,}1862} \frac{CL}{S}(v^2 + 0{,}0498 \cdot 3{,}1862\, v) \text{ oder}$$

$$H - \frac{v^2}{4g} = 0{,}0001094 \cdot \frac{CL}{S}(v^2 + 0{,}15867\, v),$$

so dafs also für Preufsisches Maafs $a$ und $b$ die in (4.) angezeigten Werthe haben. D. H.]

Von den erwähnten 51 Versuchen hatte *Dubuat* 18 selbst angestellt, und zwar mit einer 63,7 F. langen und 12,4 Linien im Durchmesser haltende Röhre von verzinntem Blech. 26 Versuche hat *Bossut* gemacht,

mit ähnlichen Röhren von 12,4, 16,5 und 24,8 Linien im Durchmesser, deren Länge 31 bis 185½ F. betrug. 7 Versuche endlich sind an den grofsen Wasserröhren zu Versailles angestellt worden, deren eine 5,16 Zoll Durchmesser und 7038 F. Länge, die andere 18,7 Zoll im Durchmesser und 3725 F. Länge hatte.

Zwölf Jahre später hat von neuem *Eytelwein* über die Aufgabe von der Bewegung fliefsender Gewässer gearbeitet. Er glaubt, die Zusammenziehung des Strahls bei der Einmündung der Röhren in Rechnung bringen zu müssen und setzt, wenn man durch $m$ den Zusammenziehungs-Coëfficienten bezeichnet:

$$6. \quad H - \frac{v^2}{4gm^2} = 0{,}00008797 \frac{CL}{S}(v^2 + 0{,}26764\,v).$$

[Die Reduction ist auf dieselbe Weise gemacht, wie oben. D. H.]

Aber der Coëfficient $m$, dessen Einfluſs übrigens für lange Röhrenleitungen wenig merklich ist, ist oben schon in der Constante $a$ enthalten. So nehme ich denn, nur die genausten der oben gedachten Resultate in Rechnung bringend, nach *Couplet*, folgende Gleichung an:

$$7. \quad H - \frac{v^2}{4g} = 0{,}0001075 \frac{CL}{S}(v^2 + 0{,}175\,v),$$

[wo nun $H$, $v$, $g$, $C$, $L$ Zahlen Preufsischer *Fufse* sind und $S$ eine Zahl von *Preufsischen Quadratfufsen* bezeichnet. D. H.]. Für *oben offene Canäle* war weiter oben (§. 111. u. 112.) [in dem weiter vorhergehenden Abschnitte]

$$8. \quad H - \frac{v^2}{4g} = 0{,}0001147 \frac{CL}{S}(v^2 + 0{,}210\,v).$$

Die beiden Ausdrücke (7. und 8.) kommen nahe überein; wie es (zufolge §. 181.) auch sein mufs. Der kleine Unterschied in den Zahlen-Coëfficienten rührt wahrscheinlich nur von Fehlern bei den Beobachtungen her. Ist dem so, so dürfte die Formel (7.) die genauere sein, weil sich die Beobachtungen an Röhren genauer anstellen lassen, als an Canälen.

186. Wenn der Querschnitt der Röhre ein Kreis vom Durchmesser $D$ ist, so ist

$$9. \quad S = \tfrac{1}{4}\pi D^2 \quad \text{und} \quad C = \pi D; \quad \text{wo} \quad \pi = 3{,}142.$$

Setzt man Dies, nebst $G = 15{,}625$ (§. 185.), in (7.), so erhält man

$$10. \quad H - 0{,}016\,v^2 = 0{,}00043 \frac{L}{D}(v^2 + 0{,}175\,v),$$

[wo *alle* Buchstaben Zahlen *Preufsischer Fufse* sind. D. H.]

Gewöhnlich ist aber nicht die Geschwindigkeit $v$, sondern der Wasser-Erguſs gegeben. Er sei $Q$ Cubikfuſs in der Secunde, so ist

11. $$Q = \tfrac{1}{4}\pi D^2 v, \quad \text{also} \quad v = \frac{4Q}{\pi D^2} = 1{,}273\,\frac{Q}{D^2}.$$

Setzt man diesen Ausdruck von $v$ in (10.), so ergiebt sich

$$H - 0{,}016 \cdot 1{,}273^2\,\frac{Q^2}{D^4} = 0{,}00043\,\frac{L}{D}\left(1{,}273^2\,\frac{Q^2}{D^4} + 0{,}175 \cdot 1{,}273\,\frac{Q}{D^2}\right) \text{ oder}$$

12. $$H - 0{,}02593\,\frac{Q^2}{D^4} = 0{,}000697\,\frac{C}{D^5}\,(Q^2 + 0{,}138\,QD^2),$$

[oder auch

13. $$D(HD^4 - 0.02593\,Q^2) = 0{,}000697\,LQ(Q + 0{,}138\,D^2).$$

$Q$ ist eine Zahl von Preuſsischen *Cubikfuſsen;* alle übrigen Buchstaben bezeichnen Zahlen Preuſsischer Fuſse. D. H.]

Dieses wäre der gewöhnliche, für die Bewegung des Wassers in Röhren passende Ausdruck. Es wird indessen bei der Anwendung desselben auf die weiter unten (§. 205.) folgende Bemerkungen Rücksicht zu nehmen sein. Sind von den vier Gröſsen $Q$, $D$, $H$, $L$ drei gegeben, so giebt der Ausdruck die vierte.

### Formel für groſse Geschwindigkeiten.

187. Wenn die *Geschwindigkeit beträchtlich,* namentlich gröſser ist als 1,91 F. in der Secunde, so verhält sich der Widerstand der Röhrenwände nahe wie das Quadrat der Geschwindigkeit. Alsdann also fällt die erste Potenz von $v$ in den obigen Ausdrücken weg und man findet, nach *Couplet,*

14. $$H - 0{,}016\,v^2 = 0{,}00045\,\frac{Lv^2}{D}$$

oder, durch Q ausgedrückt,

15. $$H - 0{,}02593\,\frac{Q^2}{D^4} = 0{,}000729\,\frac{LQ^2}{D^5}.$$

Man wird sich erinnern, daſs das zweite Glied in den obigen Gleichungen den Widerstand der Röhrenwände bezeichnet.

### Ausdruck des Wasser-Ergusses.

188. Entwickelt man aus der allgemeinen Gleichung (12. oder 13.) $Q$, so ergiebt sich

$$[Q^2(0{,}000697\,L + 0{,}02593\,D) + 0{,}0000962\,LD^2\,Q - HD^5 = 0,$$

oder, durch 0,000697 dividirt,

$$Q^2(L+37{,}2D)+0{,}138\,LD^2\,Q-1434{,}7\,HD^5=0, \quad \text{oder}$$

$$Q^2+\frac{0{,}138\,LD^2}{L+37{,}2D}-\frac{1434{,}7\,HD^5}{L+37{,}2D}=0, \quad \text{also]}$$

16. *a.* $$Q=-\frac{0{,}069\,LD^2}{L+37{,}2D}\pm\sqrt{\left[\left(\frac{0{,}069\,LD^2}{L+37{,}2D}\right)^2+\frac{1434{,}7\,HD^5}{L+37{,}2D}\right]}, \quad \text{oder}$$

16. $$Q=\frac{D^2}{L+37{,}2D}\left[-0{,}069L\pm\sqrt{(0{,}00476\,L^2+(L+37{,}2D)\,1434{,}7HD)}\right].$$

Für *sehr lange* Leitungen, wo $37{,}2\,D$ gegen $L$ sehr klein ist, kann man $37{,}2D$ weglassen; so wie auch das erste Glied unter dem Wurzelzeichen. [Dasselbe geht dann in $(0{,}069\,D^2)^2=0{,}004761\,D^4$ und das zweite Glied in $\frac{1434{,}7\,HD^5}{L}$ über. In so fern also $L$ *nicht etwa sehr grofs ist,* ist das erste Glied gegen das zweite sehr klein. D. H.] Der Ausdruck (16.) reducirt sich dann auf

$$Q=-0{,}069\,D^2+\sqrt{\left(\frac{1434{,}7\,HD^5}{L}\right)} \quad \text{oder}$$

$$17. \quad Q=\left[37{,}87\sqrt{\left(\frac{HD}{L}\right)}-0{,}069\right]D^2.$$

189. Für *sehr grofse Geschwindigkeiten* findet man hier aus (§. 15.)

$$[HD^5-0{,}02593\,Q^2D-0{,}000729\,LQ^2=0 \quad \text{oder}]$$

$$18. \quad Q^2=\frac{HD^5}{0{,}02593\,D+0{,}000729\,L}$$

und, wenn $L$ *gegen* $D$ *sehr grofs ist,*

$$\left[Q^2=\frac{HD^5}{0{,}000729\,L}=\frac{1371{,}7\,HD^5}{L}, \quad \text{also}\right]$$

$$19. \quad Q=37{,}03\sqrt{\left(\frac{HD^5}{L}\right)}.$$

Würde die Geschwindigkeit gesucht, so würde man sie finden, wenn man (nach 11.) $Q$ durch $\frac{1}{4}\pi D^2$ dividirte.

Ausdruck des Durchmessers der Röhren.

190. Oefters wird der Durchmesser der Röhren verlangt. Um ihn zu finden, bringe man die allgemeine Gleichung (13.) auf die Gestalt

$$20. \quad D^5=0{,}000962\,\frac{QL}{H}\,.\,D^2+0{,}02593\,\frac{Q^2}{H}D+0{,}000697\,\frac{LQ^2}{H}\,.$$

Für die erste Näherung der Berechnung von $D$ lasse man hier rechts die beiden ersten Glieder weg. Dieses giebt

$$21. \quad D=\sqrt[5]{\left(0{,}000697\,\frac{LQ^2}{H}\right)}=0{,}234\sqrt[5]{\left(\frac{LQ^2}{H}\right)}.$$

Dieser Werth von $D$ ist zu klein [nemlich weil alle Glieder rechts in (20.) positiv sind. D. H.]. Man vergröfsere ihn also allmälig, und wiederhohlt, bis die Gleichung erfüllt wird.

Für *grofse Geschwindigkeiten,* über 23 Zoll, erhält man blofs

$$22. \quad D = 0{,}236 \sqrt[5]{\left(\frac{LQ^2}{H}\right)}.$$

Ich berühre nicht besonders die Entwicklung von $H$ und $L$. Die Gleichung (13.) giebt $H$ und $L$ durch eine blofse Verwandlung.

191. Wir wollen einige Beispiele von der Berechnung des Wasser-Ergusses und des Durchmessers der Röhren geben.

I. Man fragt, *wieviel Wasser* eine 4620 F. lange Röhre von 0,7965 F. im Durchmesser, unter 16,95 F. Druckhöhe ausströmen werde.

Hier ist

$$23. \quad D = 0{,}7965, \quad H = 16{,}95 \quad \text{und} \quad L = 4620.$$

Dieses giebt $L + 37{,}2\,D = 4649$ und nach (16.)

$$Q = -\frac{0{,}069.4620.0{,}7965^2}{4649} + \sqrt{\left[\left(\frac{0{,}069.4620.0{,}7965}{4649}\right)^2 + \frac{1434{,}7.16{,}95.0{,}7965^5}{4649}\right]};$$

thut

$$24. \quad Q = 1{,}252 \text{ Cubikfufs.}$$

Die einfachere Formel (17.) würde gegeben haben

$$25. \quad Q = 1{,}255 \text{ Cubikfufs;}$$

die Formel (19.) für sehr grofse Geschwindigkeiten dagegen

$$26. \quad Q = 1{,}242 \text{ Cubikfufs.}$$

II. Man sucht den *Durchmesser* einer 2613 F. langen Röhrenleitung, welche unter einer Druckhöhe von 3,1862 F. in der Secunde 2,879 Cubikfufs Wasser liefert.

Die erste Näherung giebt für die hier aufzulösende Gleichung (20.), nach (21.), $D = 0{,}234 \sqrt[5]{\left(\frac{2613.2{,}879^2}{3{,}1862}\right)} = 1{,}343$ F. Die folgenden Näherungen geben

$$27. \quad D = 1{,}37 \text{ Fufs.}$$

Die Formel für grofse Geschwindigkeiten (22.) würde, da hier $v = 1{,}94$ F. ist,

$$28. \quad D = 1{,}36 \text{ Fufs}$$

geben.

Gleichung für den Fall, wenn die Röhre Mundstücke hat.

192. Wir haben bis jetzt angenommen, dafs die Leitungsröhren an der Ausmündung offen seien. Gewöhnlich haben sie aber an der Ausmündung Stöpsel oder Hähne, oder sonst Ansätze, die die Ausmündung verengen. In solchen Fällen ist die Ausflufsgeschwindigkeit des Wassers nicht mehr der Geschwindigkeit in der Röhre gleich, und folglich können dann die Formeln in (§. 185. bis 188.) nicht mehr passen. Auf der linken Seite der Gleichungen (10. und 14.) ist $H-0{,}016\,v^2$ der Theil der Wasserhöhe, welchen der Widerstand der Röhrenwände vernichtet, und dieser Theil ist die Wasserhöhe $H$ weniger dem, was an der Ausflufs-Oeffnung der Röhre übrig bleibt, um dort die Ausflufsgeschwindigkeit hervorzubringen (§. 182.). Bezeichnet man also diese Ausflufsgeschwindigkeit durch $V$, so ist der linkseitige Theil der Gleichungen im Allgemeinen $H-0{,}016\,V^2$. Der andere Theil der Gleichungen rechts ist der Ausdruck des Widerstandes der Röhrenwände (§. 187.), die eine Function der Geschwindigkeit $v$ in der Röhre ist. Rechts in den Gleichungen bleibt also $v$ stehen.

193. Noch bestimmter, als in anderen Fällen, wenn es möglich wäre, stehen in Röhren die Geschwindigkeiten des ohne Unterbrechung der Stetigkeit sich fortbewegenden Wassers in umgekehrtem Verhältnisse der Querschnitte. Bezeichnet man also durch $d$ den Durchmesser der Ausflufs-Oeffnung in dem Röhren-Ansatz und durch $m$ den der Oeffnung angemessenen Zusammenziehungs-Coëfficienten, so ist $\frac{V}{v}=\frac{D^2}{m\,d^2}$, also

$$29.\quad V=v.\frac{D^2}{m\,d^2}=1{,}273\,\frac{Q}{D^2}.\frac{D^2}{m\,d^2}\ (11.)=1{,}273\,\frac{Q}{m\,d^2}.$$

Die allgemeine Formel (12.) verwandelt sich daher jetzt in

$$30.\quad H-0{,}02593\,\frac{Q^2}{m^2\,d^4}=0{,}000697\,\frac{L}{D^5}\,(Q^2+0{,}138\,QD^2).$$

Da immer vier von den fünf darin vorkommenden Gröfsen $H, Q, L, D$ und $m$ gegeben sind, so giebt die Formel die fünfte Gröfse.

Käme es z. B. darauf an, den Durchmesser zu finden, welchen, wenn eine 1695 F. lange und 0,255 F. im Durchmesser haltende Röhrenleitung unter 14,34 F. Wasserhöhe 0,647 Cubikfufs Wasser in der Secunde ausströmen soll, die Ausflufs-Oeffnung in einer dünnen Scheibe haben mufs, so würde die Formel (30.)

$$H-0{,}000697\,\frac{L}{D^5}\,(Q^2+0{,}138\,QD^2)=0{,}02593\,\frac{Q^2}{m^2\,d^4},\ \text{also}$$

$$31. \quad d = \sqrt[4]{\left[\frac{0{,}02593\, Q^2 D^5}{m^2 (HD^5 - 0{,}000697\, L(Q^2 + 0{,}138\, QD^2))}\right]}$$

geben. Substituirt man hier die gegebenen Werthe von $L$, $D$, $H$ und $Q$ und setzt den Zusammenziehungs-Coëfficienten $m = 0{,}62$, so findet sich

$$32. \quad d = 0{,}0745 \text{ Fufs.}$$

194. Für Geschwindigkeiten, die gröfser als 1,91 F. sind, ist nach (15.)

$$33. \quad H - 0{,}02593 \frac{Q^2}{m^2 d^4} = 0{,}000729 \frac{LQ^2}{D^5}.$$

Dieses giebt

$$34. \quad Q = 37{,}7 \sqrt{\left(\frac{HD^5}{L + 35{,}47 \frac{D^5}{m^2 d^4}}\right)} \quad \text{und}$$

$$35. \quad D = 0{,}235 \sqrt[5]{\left(\frac{LQ^2}{H - 0{,}02593 \frac{Q^2}{m^2 d^4}}\right)}.$$

Ich gebe noch zwei Beispiele.

I. An der Röhrenleitung (§. 191. I.) befindet sich ein kegelförmiges Mundstück von 0,0956 F. im Durchmesser. Alles Uebrige aber sei wie dort. Man verlangt den Erguſs der Röhre. Setzt man die Werthe von $D$, $H$ und $L$ aus (23.) und für das kegelförmige Mundstück $m = 0{,}9$ in (34.), so ergiebt sich

$$36. \quad Q = 0{,}2074 \text{ C. F.}$$

Gleiches würde die allgemeine Formel (30.) geben.

Gäbe man dem Mundstücke, statt 0,0956 F. die Hälfte 0,3982 F. des Durchmessers der Röhre zum Durchmesser, so würde sich

$$37. \quad Q = 1{,}186 \text{ C. F.}$$

finden. Für ein Mundstück von drei Viertheilen der Weite der Röhre würde

$$38. \quad Q = 1{,}245 \text{ C. F.}$$

sein. Für eine ganz offene Röhre war, nach (24.),

$$39. \quad Q = 1{,}252 \text{ C. F.}$$

Hieraus folgt, daſs, wenn der Durchmesser der Ausfluſs-Oeffnung gröfser als die Hälfte des Durchmessers der Röhre ist, der Ausfluſs fast eben so groſs ist, als aus einer ganz offenen Röhre.

Dieser Umstand fiel mir schon bei mehreren Versuchen auf, die ich an der Toulouser Wasserleitung anstellte. Der Unterschied war *noch* geringer, als die Theorie ihn giebt: er war beinahe Null. Man brachte

z. B. an der Ausmündung einer 1351 F. langen und 0,1593 F. = 1,912 Z. = 22,94 Linien weiten Röhrenleitung nach und nach verschiedene dünne Scheiben an, mit immer kleinern, kreisförmigen Oeffnungen. Die Druckhöhe war unveränderlich 51,93 F. und es ergab sich Folgendes.

| | Durchmesser der Ausflufs-Oeffnung. | Wasser-Erguſs. Nach der Rechnung. | Nach der Erfahrung. |
|---|---|---|---|
| 40. | 22,94 Linien. | 119,6 Cubikzoll. | 96,1 Cubikzoll. |
| | 16,06 - - | 117,4 - - - | 96,1 - - - |
| | 13,76 - - | 115,7 - - - | 96,1 - - - |
| | 9,17 - - | 102,2 - - - | 88,2 - - - |
| | 6,88 - - | 82,1 - - - | 74,3 - - - |
| | 4,58 - - | 46,9 - - - | 45,8 - - - |

Bei dem ersten dieser sechs Versuche war die Röhre an der Ausmündung *ganz offen*. Wie man sieht, nähern sich die Ergebnisse der Rechnung denen der Erfahrung um so mehr, je kleiner die Geschwindigkeit der Bewegung des Wassers in der Röhre war. [Dieselbe nimmt nemlich mit der Weite des Mundstücks zugleich ab. D. H.]

II. Man sucht den Durchmesser einer 2657 F. langen Röhrenleitung, die unter einer Wasserhöhe von 20,7 F. in der Secunde 0,356 C. F. Wasser durch mehrere dicht neben einander befindliche Oeffnungen ausströmen soll, welche zusammen einer kreisförmigen Oeffnung von 0,127 F. im Durchmesser gleich sind. Der Zusammenziehungs-Coëfficient wird 0,85 angenommen. Die Formel (35.) giebt hier

41. $D = 0{,}59$ F.

## 2. *Gekrümmte und hin und wieder verengte Röhren.*

### Drei verschiedene Arten des Widerstandes.

195. Oben nahmen wir an, die Röhrenleitung erstrecke sich in gerader Linie und sei überall gleich weit. Häufig haben aber die Röhrenleitungen gekrümmte Stellen; auch wohl zuweilen Stellen, wo sie, entweder auf kurze Strecken, oder auch wohl auf gröfsere Längen, *verengt* sind.

Das in solchen Leitungen fliefsende Wasser mufs, wenn es bei den Krümmungen anlangt, seine *Richtung* ändern. Dadurch verliert es einen Theil seiner Geschwindigkeit, und der Widerstand, welchen dieser Ver-

lust hervorbringt, ist eine der bewegenden entgegensetzte Kraft. Derselbe vernichtet einen Theil der bewegenden Kraft.

Auch bei den *Verengungen* erleidet der Wasser-Erguſs einen Verlust. Sobald das Wasser eine solche Verengung zu durchfliefsen hat, muſs es seine Geschwindigkeit verstärken; und dazu ist Kraft nöthig, welche ebenfalls von der bewegenden Kraft abgeht.

Also findet das Wasser, welches sich durch stellenweise *gekrümmte* und *verengte* Leitungen bewegt, einen *dreifachen* Widerstand: den der *Röhrenwände,* welcher von allen der bedeutendste ist: den der *Krümmungen,* und den der *Verengungen.* Die zur Ueberwindung dieser Widerstände nöthigen Kräfte gehen von der Wasserhöhe ab; und nur nach dem, was davon übrig bleibt, richtet sich die Geschwindigkeit der Ausströmung. In (§. 184. bis 188.) haben wir von dem Widerstande der *Röhrenwände* ausführlich gehandelt. Wir wollen nun die beiden andern Widerstände in Erwägung ziehen.

### Widerstand in den Biegungen.

196. Der Theil der Geschwindigkeit, welchen ein bewegter fester Körper verliert, wenn er seine *Richtung* ändern muſs, wird durch den Sinus versus des Winkels gemessen, welchen die beiden Richtungen mit einander machen. Bewegt sich der Körper in einer krummen Linie, so ändert er zwar ebenfalls immerfort seine Richtung, aber der Verlust an Geschwindigkeit bei jeder Aenderung ist nur ein Unendlichkleines *zweiter* Ordnung, und folglich ist der gesammte Verlust, obgleich die Zahl der Verluste unendlich ist, doch nur ein Unendlichkleines *erster* Ordnung, und folglich Null. Mit andern Worten: ein bewegter Körper, welcher an eine Curve in der Richtung ihrer Tangente anlangt, und nun der Curve auf irgend eine Länge folgt, hat, wenn er sie verläſst, noch dieselbe Geschwindigkeit, die er anfänglich hatte. Daraus folgt, daſs, wenn die Krümmung einer Röhrenleitung, welche sie auch sein mag, wohl gerundet ist, das Wasser, wenn es genau in der Richtung der Krümmung flieſst, *keinen* Verlust an Geschwindigkeit erleidet und keinen Widerstand erfährt. [Bekanntlich läſst sich das, was hier durch die Unendlichkleinen wohl nur mehr scheinbar erhellt, auch strenge beweisen. D. H.]

Aber mit der Bewegung des *Wassers* in gekrümmten Röhren verhält es sich nicht also. Da die Theilchen des Wassers von einander un-

abhängig sind, so werden, während diejenigen an den Röhrenwänden der Krümmung folgen, die andern, welche auf die Wände zufliefsen, durch jene, oder durch die dazwischen befindlichen, unter einem Winkel zurückgeworfen, welcher ansehnlich grofs sein kann. Der centrische Strahl *aC* (Fig. 37.) z. B. trifft die Wand *ACB* in *C* und wird nach der Linie *Cb* zurückgeworfen, deren Neigung dem Einfallswinkel und der Hälfte des Biegungswinkels *ACB* gleich ist. Die wechselseitige Wirkung der Theilchen auf einander wird in der ganzen fliefsenden Masse einen Verlust an Geschwindigkeit verursachen, der zwar schwächer ist, als der für den centrischen Strahl, aber doch gröfser, als der für die Strahlen, welche den Wänden nahe sind. [Hier läfst sich freilich fragen, wie denn der centrische Strahl allein geradeaus gehen und nicht vielmehr, gleich allen übrigen, sich biegen sollte. Er kann nicht wohl anders geradeaus gehen, als wenn die andern Strahlen, die näher in *ACB* sind, ihn *durchkreuzen*, und man müfste also zu der Hypothese des Geradeausgehens noch die zweite des Durchkreuzens fügen. D. H.]

Die hieraus entstehende Verminderung der Geschwindigkeit, und folglich des Wasser-Ergusses, obgleich wirklich vorhanden, ist indessen gewöhnlich nur sehr gering. *Bossut* fand den Erguſs einer Röhre von 51,7 F. lang und 0,103 Z. weit, unter einer Wasserhöhe von 1,242 F., gleich 1164,82 C. Z. in der Minute, wenn die Röhre *gerade* war. Nachdem er sie in sechs, freilich wohlgerundete Krümmungen gebogen hatte, betrug der Erguſs noch 1140,22 C. Z. (Siehe *Bossut Hydrodynamique* §. 659 etc.). Indessen kann der Verlust an Geschwindigkeit bedeutend werden, wenn eine Röhre *viele* und *kurze* Krümmen hat; wie es folgendes Beispiel zeigt. *Rennie* liefs aus Blei eine 14,66 F. lange und 0,485 Z. weite Röhre machen, die er unter einer Wasserhöhe von 11,66 Z. horizontal an einen Behälter fügte. Der Erguſs war 3040,6 Cubikzoll in der Minute. Hierauf liefs er die Röhre in 15 Halbkreise von 3,746 Z. Halbmesser biegen: und nun war der Erguſs nur noch 2755,1 C. Z., so dafs also die 15 Biegungen der Röhre den Erguſs in dem Verhältnifs von 100 zu 89 vermindert hatten. Unter dem vierfachen Druck stieg die Verminderung bis auf 100 zu 88. *(Phil. trans. of the royal soc. of London 1831.)*

197. Ueber den Widerstand in den Krümmungen hat wieder *Dubuat* zuerst mehrere Versuche gemacht. Er suchte zuerst die für verschiedene geradlinige Röhren zu einem vorausbestimmten Wasser-Erguſs nöthigen

Wasserhöhen. Darauf bog er die Röhren auf verschiedene Art, und so, dafs ihre centrischen Linien Winkel von bestimmter Zahl und Gröfse einschlossen; darauf suchte er die Druckhöhen, welche den nemlichen Wasser-Erguſs hervorbrachten, wie vorhin. Die Unterschiede der Druckhöhe im ersten und zweiten Fall bezogen sich offenbar auf den Verlust an bewegender Kraft in den Krümmungen und gaben also das Maafs des Widerstandes in denselben. Von seinen 25 Versuchen geben die vorzüglichsten folgende Resultate.

| | Der Röhren | | Der Winkel | | Geschwindigkeit des Wassers. | Widerstandshöhe für die Krümme. | Daraus geschlossener Coëfficient. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Durchmesser. | Länge. | Zahl. | Gröfse. | | | |
| | 1,036 Zoll. | 121,08 Zoll. | 1 | 36 Grad. | 87,94 Zoll. | 0,776 Zoll. | 0,0111 |
| | 1,036 - - | 121,08 - - | 2 | 36 - - | 87,94 - - | 1,552 - - | 0,0111 |
| | 1,036 - - | 121,08 - - | 3 | 36 - - | 87,94 - - | 2,577 - - | 0,0123 |
| | 1,036 - - | 121,08 - - | 4 | 24,57 - | 87,94 - - | 1,552 - - | 0,0111 |
| | 1,036 - - | 121,08 - - | 10 | 36 - - | 74,14 - - | 6,109 - - | 0,0123 |
| | 1,036 - - | 143,34 - - | 1 | 36 - - | 60,10 - - | 1,698 - - | 0,0130 |
| 42. | 1,036 - - | 143,34 - - | 4 | 36 - - | 30,35 - - | 0,424 - - | 0,0127 |
| | 1,036 - - | 762,77 - - | 4 | 36 - - | 29,71 - - | 0,405 - - | 0,0127 |
| | 2,071 - - | 264,19 - - | 4 | 36 - - | 89,31 - - | 3,001 - - | 0,0099 |
| | 2,071 - - | 264,19 - - | 4 | 36 - - | 60,79 - - | 1,376 - - | 0,0103 |
| | 2,071 - - | 264,19 - - | 6<br>5<br>1 | 24,57 -<br>36 - -<br>56,23 - | 89,31 - - | 8,932 - - | 0,0124 |

*Dubuat* schliefst aus diesen Versuchen, dafs der Widerstand in den Krümmungen dem Quadrat der Geschwindigkeit, der Zahl der Winkel und dem Quadrat ihrer Sinus proportional sei.

Der Coëfficient verändert sich nach dieser Hypothese nur wenig und beträgt im Durchschnitt 0,0123. Bezeichnen also $v$ die Geschwindigkeit und $n$, $n_1$, $n_2$, .... die Zahl der Winkel von gleicher Gröfse; $i$, $i_1$, $i_2$, .... die Gröfse der Winkel, so würde der Widerstand durch

$$43. \quad 0{,}0123\, v^2 (n \sin i^2 + n_1 \sin i_1^2 + n_2 \sin i_2^2 \ldots.)$$

ausgedrückt werden, oder auch, wenn man den Ausdruck von $v = 1{,}273 \frac{Q}{D^2}$ aus (11.) setzt und die Summe der Quadrate in (43.) durch $s^2$ bezeichnet, durch

$$44. \quad 0{,}0123 . 1{,}273^2 \frac{Q^2}{D^4} s^2 = 0{,}02 \frac{Q^2}{D^4} s^2.$$

[Dieses wäre ein Ausdruck des Widerstandes durch das *Quadrat der Geschwindigkeit.* Wird die zugehörige Fallhöhe verlangt, so mufs man noch durch $4g = 62{,}5$ F. dividiren. D. H.]

Anwendung der Bemerkungen.

168. Um diese Formel auf eine bestimmte Röhrenleitung anzuwenden, mufs man die Zahl und Gröfse der Winkel der Biegungen der Röhre ermitteln. In einer kreisbogenförmigen Krümmung (und andere kommen nicht leicht vor) giebt (Fig. 38.) der halbe Durchmesser der Röhre, dividirt durch den Halbmesser der Krümmung, den Sinus-versus des Anprallwinkels, und folglich auch seinen Cosinus und seinen Werth in Graden. Sodann giebt die Zahl der Grade des Bogens (des Supplements des Winkels der Krümmung), dividirt durch das Zweifache des Anprallwinkels, die Anzahl dieser Winkel. [Hier dürfte wieder die obige Bemerkung wegen des Anprallens der centrischen Strahlen in Betracht kommen. D. H.]

Eine Röhre, z. B. von 0,796 F. Durchmesser und 1,617 C. F. Wasser-Erguſs, mache einen Kreisbogen von 95 Graden und 6,69 F. Halbmesser, so erhält man den Sinus-versus des Anprallwinkels, dem Obigen zufolge, wenn man den halben Durchmesser der Röhre 0,398 F. durch den Halbmesser 6,69 F. des Bogens der Röhre dividirt. Dieses giebt 0,0595, und folglich ist der Cosinus des Anprallwinkels $1 - 0{,}0595 = 0{,}9405$, welchem ein Winkel von 19 Gr. 52 Min. entspricht und welches also die Gröfse des Anprallwinkels ist. Das Suplement des Bogens ist $180 - 95 = 85$ Grad. Diese durch 39 Gr. 73 Min., den doppelten Anprallwinkel dividirt, giebt die Zahl dieser Winkel. Sie ist 3 anzunehmen, da der Quotient 2,14 ist. Der Sinus von 19 Gr. 52 Min. ist 0,3398 und sein Quadrat 0,1155. Der Widerstand der Krümmung der Röhre ist also hier, nach der Formel (44.),

$$45. \quad 0{,}02 \cdot \frac{1{,}617^2}{0{,}796^4} \cdot 3 \cdot 0{,}1155 = 0{,}0448.$$

Er ist, wie man sieht, *sehr klein*, obgleich die Krümmung und die Geschwindigkeit beträchtlich waren. Für die Röhre des *Rennie* mit 15 Knieen (§. 196.) würde der *Dubuat*sche Coëfficient 0,02 auf 0,0366 steigen. Aber ein solcher Fall kommt in der Wirklichkeit nicht vor; und selten steigt der Widerstand, selbst mit dem doppelten Coëfficienten, über $\frac{1}{3}$ bis $\frac{3}{4}$ Zoll. Er ist noch kleiner, wenn der Halbmesser des Kniees grofs ist. Zwar ist dann auch die Zahl der Anprallwinkel gröfser: aber die Summe der Quadrate ihrer Sinus ist dennoch kleiner.

199. Obgleich die Wirkung wohlgerundeter *Biegungen* der Leitungsröhren fast unmerklich ist, ist es doch keinesweges die *scharfer Ecken.* Dieses zeigt ein Versuch *Venturis.* Derselbe liefs drei Röhren von 14,53 Z. lang und 1,26 Z. im Durchmesser machen. Die eine war geradlinig; die andere hatte eine schwach gerundete Biegung von 90 Graden; die dritte eine scharfe Ecke, ebenfalls von 90 Graden. Die Druckhöhe war 33,64 Z. Die Röhre füllte ein Gefäfs von 7657 C. F. Inhalt, der Reihe nach in 45, 50 und 70 Secunden. Noch deutlicher zeigte sich die nachtheilige Wirkung scharfer Ecken bei den *Rennie*schen Versuchen (§. 196.). Seine 14,66 F. lange und 0,485 Z. weite Röhre leitete unter einer Wasserhöhe von 3,89 F. in der Minute:

| | | |
|---|---|---|
| Als die Röhre gerade war . . . . . | 664 | C. Z. Wasser, |
| Mit 15 halbkreisförmigen Biegungen nur . . . | 565 | - - - - |
| Mit einer scharfen Ecke im rechten Winkel nur | 528 | - - - - |
| Mit 24 dergleichen Ecken nur . . . . . | 240 | - - - - |

so dafs also durch eine einzige scharfe Ecke, im rechten Winkel, die Bewegung des Wassers mehr gehemmt wurde, als durch 15 Biegungen. Diese einzige Erfahrung zeigt, wie nothwendig es ist, bei Röhrenleitungen *scharfe Ecken* zu vermeiden.

Sucht man die Wasserhöhen, welche nöthig gewesen wären, wenn die drei Röhren gleich viel, nemlich alle 664 C. Z. Wasser leiten sollten, so findet man 5,00 F., 6,15 F. und 29,66 F. Zieht man davon die Wasserhöhe 3,89 F. für die geradlinige Röhre ab, so bleibt für den Widerstand in den Biegungen und scharfen Ecken 1,11 F., 2,26 F. und 25,77 F. Daraus folgt, dafs der Widerstand einer einzelnen scharfen Ecke mehr denn doppelt so grofs ist, als der von 15 Biegungen; dafs aber der von 24 scharfen Ecken nur 11,4 mal so grofs ist, als der von einer Ecke. Dieses letzte Ergebnifs zeigt wieder, dafs der Widerstand der Ecken oder Biegungen nicht im geraden Verhältnifs ihrer *Anzahl* steht; wie *Dubuat* annimmt. Ich habe dies auch bei einem Versuche über die Bewegung der *Luft* in Leitungsröhren bemerkt. *(Annales des mines 1828. p. 453.)*

### Widerstand in den Biegungen der Röhren.

200. Die *Verengungen* der Röhren, zu welchen wir jetzt kommen, sind diejenigen des Querschnitts auf *kurze Strecken.*

Um sich eine bestimmte Vorstellung von ihrer Wirkung zu machen,

setze man, es sei in eine Leitungsröhre eine dünne, mit einem Loch durchbohrte Scheibe gesetzt. Gelangt die Flüssigkeit bei ihrer Bewegung an diese Scheibe, so wird sich ihr Stral zusammenziehen und der Querschnitt des Durchflusses also *noch mehr* abnehmen. Der Stral mufs demnach gezwungen werden, durch die *verengte* Oeffnung zu strömen, und folglich eine *vermehrte Geschwindigkeit* anzunehmen, die um so gröfser ist, je kleiner die Oeffnung. Jedenfalls wird die Geschwindigkeit hier gröfser sein müssen, als wenn in der Röhre die dünne Scheibe *nicht* da wäre. Die Kraft nun, welche nöthig ist, die Vergröfserung der Geschwindigkeit hervorzubringen, während die Richtung der Bewegung dieselbe bleibt, wird die Wirkung der Verengung, und der Widerstand sein, den sie der Bewegung entgegensetzt.

Es sei $B$ der Durchmesser der Oeffnung, $m$ der Zusammenziehungs-Coëfficient. Da die Geschwindigkeit in der Oeffnung im umgekehrten Verhältnifs der Querschnitte gröfser sein mufs, als in der Röhre, so wird sie $v_1 = v\frac{D^2}{mB^2}$ sein. Die Kraft, welche nöthig ist, diese Geschwindigkeit hervorzubringen, ist $\frac{v_1^2}{4g} = \frac{v^2 D^4}{4g m^2 B^4} = 0{,}016\frac{D^4}{m^2 B^4}v^2$. Die Kraft zur Hervorbringung der Geschwindigkeit $v$ in der Röhre war dagegen blofs $\frac{v^2}{4g} = 0{,}016 v^2$. Der Ueberschufs ist also

$$46. \quad 0{,}016 v^2\left(\frac{D^4}{m^2 B^4} - 1\right) = 0{,}016 v^2 D^4\left(\frac{1}{m^2 B^4} - \frac{1}{D^4}\right),$$

oder, den Ausdruck von $v$ aus (11.) gesetzt,

$$47. \quad = 0{,}016 . Q^2\left(\frac{1}{m^2 B^4} - \frac{1}{D^4}\right) 1{,}273^2 = 0{,}02593\, Q^2\left(\frac{1}{m^2 B^4} - \frac{1}{D^4}\right).$$

*Navier* nimmt an, der Stral, nachdem er die Oeffnung in der Scheibe passirt ist, erlange plötzlich wieder seine vorige Geschwindigkeit. Er setzt daher in der Formel (47.) statt der Differenz der Quadrate $\frac{1}{m^2 B^4}$ und $\frac{1}{D^4}$ das Quadrat der Differenz $\left(\frac{1}{mB^2} - \frac{1}{D^2}\right)^2$. Da aber, wie sich im folgenden Paragraph zeigen wird, jene Voraussetzung nicht richtig ist, so ist es auch nicht die Veränderung der Formel.

Man wird übrigens selten Anlafs haben, von der Formel (47.) Gebrauch zu machen, weil in Leitungsröhren dergleichen Verengungen nie vorhanden sein dürfen. Fänden sich indessen irgendwo dergleichen, so

kann ihre Wirkung nach der Formel geschätzt werden. Die Wirkung ist aber immer nur sehr unbeträchtlich. Bei den Versuchen, die ich deshalb an der Toulouser Wasserleitung mit Klapphähnen anstellte, fand ich, als ich einmal den Querschnitt einer Röhre um 94 Procent verengt hatte, nur 1 Procent Verminderung der Strömung.

201. Befände sich unterhalb einer Verengung eine zweite, dritte u. s. w., so würde der Ausdruck (46.) von jeder die Wirkung geben, und man müfste die *Summe* der Resultate nehmen.

Damit aber so die verschiedenen Widerstände zusammengezogen werden können, ist es nöthig, dafs sie von einander *unabhängig* sind, das heifst, dafs das durchfliefsende Wasser jedesmal, wenn es durch eine Verengung gegangen ist, erst wieder seine vorige Geschwindigkeit angenommen habe, ehe es zu der folgenden Verengung gelangt. Wäre es anders, nemlich in dem Fall, wenn die Verengungen einander *sehr* nahe sind, so würde der Stral nach seinem Durchgange durch die erste Verengung einen Theil der Vergröfserung der Geschwindigkeit, die er erhalten mufste, um durch die Oeffnung zu gelangen, behalten, und es würde also weniger neue Kraft nöthig sein, um ihn durch die neue Oeffnung zu treiben, und zwar um so weniger, je näher sie der vorigen ist.

*Eytelwein* hat mehrere Versuche angestellt, deren Resultate diesen Umstand deutlich anzeigen. Er nahm Röhren von 2 Zoll im Durchmesser und von den verschiedenen hier unten bemerkten Längen. An beide Enden der Röhre wurde eine kupferne Scheibe, mit einer Oeffnung von 1 Z. im Durchmesser, angebracht. Die Röhre wurde horizontal an einen Behälter mit Wasser gesetzt und man beobachtete nun den Erguſs. Es ergaben sich die hier folgenden Zahlen, den theoretischen Erguſs = 1 gesetzt, nemlich:

48.

| Länge der Röhren. | Wasser-Erguſs. |
|---|---|
| $\frac{1}{4}$ Zoll. . . . . | 0,626 |
| $\frac{1}{2}$ - - . . . . | 0,622 |
| 1 - - . . . . | 0,614 |
| 2 - - . . . . | 0,568 |
| 3 - - . . . . | 0,509 |
| 5 - - . . . . | 0,487 |
| 12 - - . . . . | 0,481 |
| 24 - - . . . . | 0,478 |

Wie man sieht, nimmt der Erguſs immerfort ab, so wie die Entfernung zwischen den beiden Verengungen zunimmt. Man setzte auch noch eine Röhre von 2 Z. im Durchmesser, in welcher von Viertel- zu Viertelzoll vier kleine Scheiben mit Oeffnungen von $\frac{1}{4}$ Z. im Durchmesser waren, an den Behälter. Der Erguſs war 0,622. Als man aber die Scheiben bis auf $1\frac{1}{6}$ Zoll von einander entfernte, betrug der Erguſs nur noch 0,331.

202. Was wir so eben über die Verengungen durch dünne Scheiben mit durchgebohrten Löchern gesagt haben, findet auch auf Verengungen mittelst kurzer Röhrenstrecken, von geringerem Durchmesser als der der Leitung, Anwendung.

Ich erwähne in dieser Beziehung eines der Versuche von *Venturi*. Dieser geschickte Physiker setzte einen Apparat (Fig. 39.) aus abwechselnd engen und weiten Röhren zusammen. Die engen Röhrentheile *B*, *B* waren 20,6 Linien lang und hatten 9,4 Linien im Durchmesser; die weiten *C*, *C* waren 24,8 Linien weit und theils 4,03, theils 81 Linien lang. Zuerst setzte *Venturi bloſs ein* weites Röhrenstück *C* an; darauf *zwei, drei, vier,* und zuletzt *fünf*. Die Wasserhöhe war 33,6 Zoll. Einige der Resultate sind folgende.

49.

| | | |
|---|---|---|
| Eine einzelne Röhre *B* gab . . . . . | 70,3 | C. Z. Wasser. |
| Dieselbe, mit einer weiten Röhre *C*, gab . . . | 52,1 | - - - - |
| Drei weite Röhren *C* gaben . . . . . | 40,0 | - - - - |
| Fünf Röhren *C* . . . . . | 32,1 | - - - - |

Ich habe versucht, diese Resultate mit den Ergebnissen der Rechnung zu vergleichen. Die Abweichungen waren zum Theil groſs, zum Theil nur klein. Für den lezten der vier Fälle gab die Rechnung 29,3 C. Z.

### Wirkung von Erweiterungen der Röhren.

203. Ungeachtet der starken Unregelmäſsigkeiten der Resultate der Versuche (§. 202.) sind dieselben doch sehr merkwürdig; besonders weil sie sehr auffallend die nachtheilige Wirkung von *Erweiterungen* in einer Röhrenleitung beweisen, welche ganz eben so schädlich sind, wie zu starke *Verengungen*. Die Röhre bei den obigen Versuchen nemlich, welche zusammen 37,2 Zoll lang war, als eine Röhre von 9,4 Linien im Durchmesser betrachtet, mit fünf Erweiterungen *C*, gab 32,1 C. Z. Wasser. Nun setzte *Venturi* auch eine *gleichförmig* 9,4 Linien weite Röhre von der gleichen

Länge an, und es fand sich jetzt ein Erguſs von 51,7 C. Z. Die Erweiterungen $C$ hatten also den Erguſs von 100 bis auf 62 vermindert.

### Verengungen am Eingange der Röhren.

204. Es ist noch einer anderen Verengung der Röhren zu gedenken: nemlich der *Zusammenziehung des Wasserstrals*, die *immer* Statt findet, so wie das Wasser aus einer weiten in eine engere Röhre gelangt. Der von dieser Verengung herrührende Widerstand ist offenbar derselbe, wie wenn man in die Röhre eine Scheibe brächte, mit einer Oeffnung, deren Fläche zum Querschnitt der Röhre wie $m$ zu 1 sich verhält, wo $m$ der Zusammenziehungs-Coëfficient ist. Der Widerstand wird also nach (47.), wenn man in diesen Ausdruck $B = D$ setzt,

$$50. \qquad = 0{,}02593 \frac{Q^2}{D^4}\left(\frac{1}{m^2} - 1\right)$$

sein.

*D*er Werth von $m$ läſst sich näherungsweise finden. Für *sehr kurze* Röhren und für *cylindrische* Mundstücke ist $m = 0{,}82$. Für eigentliche Röhren-Ansätze nähert sich der Werth von $m$ der Einheit, und zwar um so mehr, je länger die Ansätze sind; auch, nach *Prony*, je gröſser ihr Durchmesser ist; so daſs die Wirkung der Zusammenziehung des Strals in sehr weiten Röhrenleitungen gering ist. Sie ist noch geringer, wenn man die Ecken der Eingänge *abrundet* und kurze *conische* Röhrenstücke einsetzt, die allmälig von der weiten nach der engen Röhre führen.

Uebrigens ist, wie in (§. 185.) bemerkt, der Ausdruck der Wirkung der Zusammenziehung des Wasserstrals immer schon in dem Coëfficienten der Grundgleichung mit enthalten; die Wirkung der Abzweigungen von Röhren aber in der auf die Abzweigung Bezug habenden Druckhöhe; so daſs keine besondere Rücksicht darauf zu nehmen nöthig ist.

### Abweichungen von den Ergebnissen der Erfahrung.

205. Die Coëfficienten der Formeln, welche sich hier oben für Röhren aufgestellt finden, besonders in so fern sie den *Widerstand der Röhrenwände* betreffen, sind gröſstentheils Versuchen an Leitungen von nur sehr kleinen Durchmessern und geringer Länge entnommen (§. 105.). Die Leitungen waren gleichsam nur Röhrchen, sehr glatt und genau calibrirt. Ob nun solche Formeln auch auf Wasserleitungen von anderer Beschaffen-

heit, und welche eine grofse Wassermasse führen, ohne Veränderung sich anwenden lassen möchten, ist eine Frage, die der Erwägung bedarf.

Die Röhren in grofsen Wasserleitungen sind fast immer durch die Formung und den Gufs mehr oder weniger unregelmäfsig. Ihr Querschnitt ist nicht vollkommen kreisförmig und folglich, unter übrigens gleichen Umständen, kleiner, als er sein sollte. Ihre innere Wandfläche hat Formnähte und Ungleichheiten, welche die Bewegung des Wassers verzögern. Zusammengefügt ist die centrische Linie der ganzen Leitung nicht ohne Biegungen und Ecken, und die innere Wand ist keine vollkommene Cylinderfläche; der Rand am Ende einiger Röhren springt nach innen vor; die an die Vorsprünge stofsenden Wasserfäden werden durch die Vorsprünge gehemmt, getheilt, und wohl gar zurückgeworfen: daraus entstehet eine Unterbrechung der Strömung, Verlust an lebendiger Kraft, und folglich eine Verminderung des Wasser-Ergusses. Und wären auch die Röhren selbst ganz genau calibrirt, wäre ihre innere Wand völlig glatt und rein cylindrisch, so würde doch bei jedem Zusammenstofs der Röhrenstücke im Innern noch ein kleiner ringförmiger leerer Raum bleiben, der die Stetigkeit der Wasserbahn unterbricht und mehr oder weniger die Wirkung eines Vorsprunges hat, die, bei jedem Röhrenstück sich wiederholend, in einer aus mehreren Tausend Stücken zusammengesetzten Leitung nothwendig zusammen eine nicht unbedeutende Verminderung des Wasser-Ergusses zur Folge haben mufs. Der Herr Berg-Inspector *Gueymard* hat diesen Umstand näher berücksichtigt. Er hat die Wirkung der Unregelmäfsigkeit der Wasserbahn bei der Röhrenleitung zu Grenoble zu vermindern sich bemüht und hat es nicht ohne Erfolg gethan.

Ist ferner eine Röhrenleitung in ihrem verticalen Durchschnitt *nicht gerade* (und gewöhnlich sind es die Leitungen nicht), und hat sie an den hohen Stellen keine Luft-Oeffnungen, so sammelt sich an diesen Stellen die Luft, welche das Wasser mit sich führt, oder welche sich daraus in geringerer oder gröfserer Menge entwickelt, setzt sich daselbst fest und *verengt* die Bahn; wovon wir die nachtheilige Wirkung gesehen haben. Sodann führt jedes Wasser, auch wenn es dem Anscheine nach ganz klar ist, immer fremde Körper mit sich; besonders erdige, sehr fein zerlegte Theile. Diese fallen an einzelnen Stellen der Leitung nieder und sammeln sich dort allmälig. Auch daraus entsteht eine *Verengung* der Wasserbahn, mit ihren nachtheiligen Wirkungen. Ich meine noch nicht die kalkigen und

kiesigen Theile, welche, chemisch im Wasser aufgelöset, sich allmälig an die Röhrenwände absetzen und sie mit einer steinigen Rinde überziehen, welche allmälig immer dicker wird und die Leitung zuletzt ganz verstopfen würde, wenn man sie nicht bei Zeiten entfernte. Dieser *besondere* Uebelstand kommt nicht überall, sondern nur in einzelnen Fällen vor. Gleiches gilt von dem eisenhaltigen Niederschlage z. B. in der Röhrenleitung zu Grenoble, welcher dort sich in Gestalt von Knötchen stellenweise ansetzt, die allmälig an Zahl und Gröfse zunehmen und den Wasserlauf hemmen, in dem Maafs, dafs in weniger als 8 Jahren der Erguſs bis über die Hälfte vermindert war. Das Luft enthaltende Wasser, welches dort in den gufseisernen Röhren fliefst, erzeugt dort aus dem Eisen eine Art Eisenhydrat, welches sich in länglichen Warzen parallel mit der Richtung des Wasserslaufs, besonders an die unteren Theile der Leitung ansetzt. Unter diesen Warzen ist das Eisen 1 bis 1½ Linien tief wie zerfressen. (Man sehe über diese merkwürdige Erscheinung, welche die Aufmerksamkeit der Physiker erregt hat, die *Annales des mines* von 1834 S. 203 etc.)

Auch abgesehen von solchen einzelnen, besondern Umständen, haben doch aus den obengedachten, *allgemein* Statt findenden Ursachen, Versuche an Röhrenleitungen, welche im besten Stande zu sein schienen, den Erguſs um *ein Viertheil* oder *Drittheil* geringer ergeben, als er nach den Formeln sein müfste: fast niemals *eben so* grofs. Ich habe dergleichen Versuche in meiner Geschichte der Ausführung der Wasserleitung zu Toulouse erwähnt.

Da diese Umstände allgemein anerkannt sind, so nehmen die Ingenieurs zu Paris, wenn sie sich der Erguſsformeln bedienen, nur *Zweidrittheil ihres Resultats* an. Ich habe auf ähnliche Weise die Wassermasse, welche die Leitung zu Toulouse liefern sollte, um die Hälfte gröfser angenommen. Wurden 100 Wasserzolle verlangt, so habe ich die Leitung für 150 Zolle berechnet. Nach meiner Meinung mufs dem Ingenieur, welcher eine Wasserleitung zu bauen hat, eine solche Willkür bei der Vorausberechnung nach den Formeln gestattet sein; ohne das würde der Erfolg unzulänglich ausfallen können. [Die Hälfte mehr zu rechnen, wäre wohl noch eine ganz erträgliche Willkür: denn bei *jedem* Bauwerk mufs man ja von demselben, der Sicherheit wegen, immer mehr verlangen, als gerade strenge nöthig ist. Wenn die Formeln in so weit richtig sind, dafs die *Hälfte* mehr in *allen* Fällen *zureicht*, so kann man mit ihnen schon ganz zufrieden sein. Aber ob dem so sei, ist die Frage. D. H.]

Vom Wasserzoll.

206. Bei grofsen Wasserleitungen und öffentlichen Springbrunnen pflegt man den Wasser-Erguſs nicht in Cubikfufsen [Cubikmetern] auf die Secunde, sondern in *Wasserzollen* auszudrücken; welches von der *Zeit* unabhängige Einheiten sind.

Die alten Röhrenmeister, welche diese Einheit und ihre Benennung einführten, verstanden darunter den Wasser-Erguſs durch eine Oeffnung von einem Pariser Zoll im Durchmesser, in der Wand eines Behälters, gegen welche das Wasser eine Pariser Linie hoch über der Oeffnung steht.

Die genaue Bestimmung dieses Ergusses ist öfters sehr nothwendig; z. B. bei streitigen Fällen und Processen. *Mariotte* bemühte sich um die Ermittlung zuerst. Er fand, dafs der Wasserzoll 14 Pinten, zu 2 Markpfunden, in der Minute beträgt; was 639,153 Cubikfufs in 24 Stunden ausmacht. Späterhin hat man für die Pinte 48 Pariser Cubikzoll angenommen, und danach betrüge der Wasserzoll 620,716 C. F. in 24 Stunden. In der neusten Zeit hat man für den Wasserzoll 646,916 C. F. [20 Cubikmeter] in 24 Stunden angenommen, und *Prony* schlägt für diese Wassermasse die Benennung *doppelter Wasser-Modul* vor.

Nach diesem Maafs, welches jetzt [in Frankreich] allgemein angenommen ist, und welches auch ich bei der Wasserleitung zu Toulouse angenommen habe [Siehe Band 16. dieses Journals S. 26 §. 3.], beträgt der Wasserzoll 12,94 C. Z. in der Secunde, so dafs 133 Oeffnungen, jede für Einen Wasserzoll, einen Cubikfufs Wasser in der Secunde ausströmen. Verlangt man also den Ausdruck des Wasser-Ergusses einer Röhrenleitung in Wasserzollen, statt in Cubikfufsen ausgedrückt, so mufs man in den Formeln (17.) rechts mit 133 multipliciren. [Der Wasserzoll möchte wohl ein ganz überflüssiges Maafs sein. Der Ausdruck des Wasser-Ergusses nach Cubikfufsen in der Secunde ist etwas völlig Bestimmtes. Derjenige durch Wasserzolle aber ist im Grunde *nichts anderes*, als ein ähnlicher Ausdruck, nur statt *in Cubikfufsen* in *12,94 Cubikzollen* in der Secunde, und die neue künstliche Einheit von 12,94 C. Z. hat, wie es scheint, weiter gar keinen Nutzen. D. H.]

### 3. *Vom Druck des Wassers auf die Röhrenwände.*

Nachdem wir die *Bewegung* des Wassers in Röhren betrachtet haben, wollen wir die Wirkung des *Drucks* des flieſsenden Wassers auf die

Röhrenwände untersuchen und daraus, was in diesem Betracht zu berücksichtigen ist, folgern.

### Art und Betrag des Drucks des fliefsenden Wassers auf die Röhrenwände.

207. Es sei *AB* (Fig. 40.) eine horizontale Röhre an einem stets vollen Behälter.

Zuerst verschliefse man die Ausmündung *B* der Röhre. Alsdann wird jede Stelle derselben von einer Wassersäule gedrückt werden, deren Höhe *AC* ist; und wenn man an beliebigen Stellen *H, I, K* etc. auf die horizontale Röhre andere verticale Röhren setzt, so wird sich das Wasser in diesen so weit erheben, bis das Gewicht der Wassersäulen *HL, IM, KN* etc. mit dem Druck von unten in *H, I, K* etc. ins Gleichgewicht kommt: also in allen den verticalen Röhren bis zu der horizontalen Linie *CD*.

Oeffnen wir jetzt die Ausmündung *B* der Röhre, und nehmen wir für einen Augenblick an, die Wände der Röhre setzten dem Wasserflusse *gar kein* Hindernifs entgegen, wie etwa in einer nur ganz kurzen Röhre; desgleichen, es fände keine Zusammenziehung des Strals Statt. Alsdann wird das Wasser aus *B* mit der vollen, der Wasserhöhe *AC* entsprechenden Geschwindigkeit ausfliefsen. Die ganze Kraft dieser Wasserhöhe wird also dann parallel mit der Achse der horizontalen Röhre wirken und es wird gar kein Druck in senkrechter Richtung, folglich auch *gar kein* Druck auf die Röhrenwände Statt finden. Der Fall wird derjenige der offenen Canäle sein, in welchem keine Kraft die Oberfläche des Wassers zu *heben* strebt. Das Wasser wird in den senkrechten Röhren *HL, IM* bis auf die Oberfläche desjenigen in der wagerechten Röhre hinabsinken.

208. Oeffnet man die Ausmündung *B* nur *zum Theil,* so dafs die Mündung für das Wasser kleiner ist, als der Querschnitt der Leitung, so wird es sich schon anders verhalten. Das Wasser wird zwar jetzt aus *B* noch mit der der Wasserhöhe *AC* entsprechenden Geschwindigkeit ausfliefsen: aber die Geschwindigkeit der Bewegung in der Röhre wird kleiner sein, im umgekehrten Verhältnifs der Querschnitte der Ausmündung und der Röhre. Es sei $v$ die Geschwindigkeit des Wassers in der Röhre, so wird $\frac{v^2}{4g} = 0{,}016\, v^2$ die Druckhöhe, oder derjenige Theil der Druckhöhe *AC* sein, welcher nöthig ist, die Geschwindigkeit $v$ hervorzubringen. Da dieser *Theil* der Druckhöhe noch parallel mit der Achse der

Röhre wirkt, so bringt er keinen Druck auf die *Wände* der Röhre hervor. Nur der übrige Theil der Wasserhöhe $H - 0{,}016\,v^2$, $AC = H$ gesetzt, drückt, weil er auf alle Wassertheile nach jeder Richtung wirkt, auf die Röhrenwände in *H, I, K* etc. von unten nach oben; und folglich wird nun das Wasser in den senkrechten Röhren auf die Höhe $H - 0{,}016\,v^2$ steigen; mithin bis zu der wagerechten Linie *EF*, wenn $CE = 0{,}016\,v^2$ ist. Dieses ist der Grund des Satzes, den zuerst *Bernoulli* theoretisch aufstellte, welchen Versuche bestätigten, und welchen jener Schriftsteller zur Grundlage seiner Hydrostatik gemacht hat (*Hydrodynamica, sectio XII.*): nemlich des Satzes, *dafs der Druck des in einer Röhre sich bewegenden Wassers auf die Röhrenwände gleich ist der ganzen Druckhöhe, weniger der der Geschwindigkeit der Wasserströmung in der Röhre zukommenden Fallhöhe.*

209. Der Widerstand der Röhrenwände gegen die Bewegung des Wassers verändert diesen Satz nicht; er vermindert nur die Höhe *H*, welche ohne ihn für den Punct der Röhre, der betrachtet werden soll, Statt finden würde.

Es verhält sich nemlich der Widerstand der Wände der Röhre, wie die von dem Wasser durchlaufene Länge. Er wächst also von der Einmündung *A* an, wo er Null ist, bis zur Ausmündung *B*, wo er nach (15.) $0{,}000729\,\frac{LQ^2}{D^5}$ beträgt. Nimmt man also auf *BD*, $FG = 0{,}000729\,\frac{LQ^2}{D^5}$ und zieht *EG*, so werden die Widerstände in *H, I, K* etc. durch die Linien *ae*, *a'e'*, *a''e''* etc. vorgestellt, weil $ae : a'e' : a''e'' \ldots . : FG = Ee, Ee', Ee'' \ldots . : EF$ ist. Man bezeichne diese verschiedenen Widerstände durch $r, r_1, r_2, \ldots . R$. Alsdann wird z. B. in *I* die Wassersäule *MI*, welche den Druck auf die Röhrenwände im Fall der Ruhe mifst, *erstlich* um *Me*, $= 0{,}016\,v^2$ vermindert: denn, wie oben bemerkt, bringt dieser, nur nach der Richtung der Achse der horizontalen Röhre wirkende Theil der Druckhöhe keinen Druck auf die Röhrenwand hervor; *zweitens* aber wird *MI* weiter um $a'e' = r_1$ vermindert: denn dieser Theil der gesammten Druckhöhe wird durch den Widerstand der Röhrenwände von *A* bis *I* vernichtet und kann also ebenfalls auf *I* nicht mehr wirken. Der Druck auf die Röhrenwände in *I* ist also nur noch $a'I = H - r' - 0{,}016\,v^2$; überhaupt also ist er, für einen beliebigen Punct der Röhre, wenn man den Widerstand der Röhrenwände von der Einmündung an bis zu diesem Punct

durch $r$ bezeichnet,

$$51. \quad = H - r - 0{,}016\,v^2.$$

An der Ausmündung der Röhre, wo der Widerstand der Röhre $R$ ist, ist der Druck

$$52. \quad GB = H - R - 0{,}016\,v^2.$$

Wäre die Ausmündung *ganz offen*, so wäre $R = H - 0{,}016\,v^2$ (§. 182.) und folglich $GB = 0$. In diesem Fall würde also das Wasser in den senkrechten Röhren bis zu der Linie $EB$ steigen.

210. Wir kommen nun zu dem gewöhnlichen Fall einer *nicht* horizontalen, *widerstehenden* Leitung. Im Zustande der Ruhe würde sich das Wasser in den senkrechten Röhren bis zu der Linie $CD$ erheben, nemlich bis zu der Horizontale durch die Wasser-Oberfläche im Behälter. Dieses ist das Gesetz für verbundene Röhren. Der Druck auf $AB$ wird ungleich sein; nemlich gleich der Tiefe der gedrückten Stelle unter der Oberfläche des Wassers im Behälter. *Bewegt* sich das Wasser, so wird der Druck abnehmen, auf dieselbe Weise und aus denselben Ursachen wie im vorigen Paragraph. Das Wasser wird in den senkrechten Röhren nur die Linie $EG$ erreichen, und nur die Linie $EB$, wenn die Ausmündung $B$ ganz *offen* ist. Auf einen Punct, der in der Tiefe $H_0$ unter der Wasser-Oberfläche liegt, wird also der Druck

$$53. \quad H_0 - r - 0{,}016\,v^2$$

sein.

Auch für eine *nicht gerade* Leitung $AH'I'K'B$ würde der Ausdruck noch der nemliche sein. Das Wasser in den senkrechten Röhren würde aber hier nicht eine gerade Linie erreichen, weil die Widerstände, die im Verhältnifs der Länge der Leitung stehen, zwar noch in dem Verhältnifs von $AH'$, $AI'$ sind, nicht aber mehr in dem Verhältnifs von $Ee$, $Ee'$; wie es sein müfste, wenn $E$, $a'$, $a''$ etc. in gerader Linie liegen sollten.

### Voller Druck und wirksamer Druck.

211. Wir haben *Wasserhöhe* die Höhe des Wasserspiegels im Behälter über der Ausmündung der Röhre genannt und sie durch $H$ bezeichnet. Ihr würde die Ausflufsgeschwindigkeit wie einer freien Fallhöhe entsprechen, wenn keine Widerstände in der Röhre Statt fänden (§. 182.). Aber diese Widerstände vermindern die Wirkung der Wasserhöhe. Es

bleibt für diejenige *Druckhöhe,* welcher, als freier Fallhöhe, die wirkliche Ausflufsgeschwindigkeit entspricht, nur das übrig, was nach Abzug der Widerstandshöhe für die ganze Länge der Röhre noch vorhanden ist: nemlich nur $H-R$, wenn $R$ die Widerstandshöhe bezeichnet. Diese Höhe heifst *wirksame Wasserhöhe.*

Aehnlich wird für jeden Punct einer Leitung die *gesammte* Höhe die Wasserhöhe $H_0$ sein, die *wirksame* Wasserhöhe aber nur $H_0-r$.

Unterschied zwischen der Wasserhöhe und der Druckhöhe.

**212.** Da der Druck des Wassers auf einen beliebigen Punct einer Leitung $H_0-r-0{,}016\,v^2$ ist, so ist $0{,}016\,v^2$ der Unterschied zwischen der wirksamen Wasserhöhe und der Druckhöhe. Man darf diese beiden Höhen nicht verwechseln. Indessen ist der Unterschied bei langen Leitungen, wo in der Regel die der Geschwindigkeit $v$ zukommende Fallhöhe $0{,}016\,v^2$ nur einige Zolle beträgt, nicht bedeutend.

Von den Druckmessern (piézometern).

**213.** Man nennt die verticalen Röhren, auf Leitungen gesetzt, welche durch die Höhen, bis zu denen das fliefsende Wasser in ihnen emporsteigt, den Druck auf die Wände der Leitung messen, *Druckmesser* oder *Piézometer* von πιεσις, πιεσεος (Druck) und μετρων (Maafs). Sie geben ein physisches Bild von Dem, was man Widerstand und Verlust an Wasserhöhe nennt.

Man nehme an, es sei auf irgend einen in der Tiefe $H_0$ unter dem Wasserspiegel des Behälters liegenden Punct der Leitung eine verticale Röhre gesetzt. Befände sich das Wasser in Ruhe, so würde es in dieser Röhre auf die Höhe $H_0$ steigen. Fliefst es dagegen aus, so wird es in derselben bis zu der Höhe $H_0-r-h$ hinabsinken, wenn $h$ die der Geschwindigkeit $v$ entsprechende freie Fallhöhe ist. Der Unterschied $\alpha$ der beiden Höhen ist also $\alpha=r+h$, woraus $r=\alpha-h$ folgt; das heifst: der Widerstand, welchen die Leitung von der Einmündung an bis zu dem gedrückten Punct dem fliefsenden Wasser entgegensetzt, ist gleich dem Unterschied zwischen der Tiefe des gedrückten Punctes unter dem Wasserspiegel im Behälter und der Höhe der Wassersäule in dem Druckmesser, weniger der der Geschwindigkeit des Wassers in der Leitung entsprechenden freien Fallhöhe, die aber immer nur sehr unbedeutend ist. Läfst man den Wasser-Erguſs zu- oder abnehmen, und folglich auch die

Geschwindigkeit der Strömung, dadurch, dafs man die Ausmündung erweitert oder verengt, so wird das Wasser in dem Druckmesser sehr nahe im Verhältnifs des Quadrats des Ergusses fallen oder steigen; wonach sich die Resultate der Theorie und der Erfahrung vergleichen lassen.

Für einen andern Punct der Leitung, z. B. oberhalb des vorigen, würde $r_1 = a_1 - h$ sein, weil die Geschwindigkeit $v$ und die ihr entsprechende Höhe $h$ in allen Puncten der Röhre dieselben sind. Zieht man $r_1 = a_1 - h$ von $r = a - h$ ab, so erhält man $r - r_1 = a - a_1$. Nun ist $r - r_1$ der Widerstand *zwischen* den beiden Puncten, und $a - a_1$ ist der Unterschied der Tiefen in den Druckmessern unter dem Wasserspiegel im Behälter, folglich der Unterschied der Wasserspiegel in den beiden Druckmessern: also stellt dieser Unterschied die dem Widerstande zwischen beiden Puncten entsprechende Druckhöhe vor. Wäre der Durchmesser der Leitungsröhren an den beiden Puncten verschieden, so wäre die der Geschwindigkeit im zweiten Puncte entsprechende Höhe $h_1$ nicht mehr gleich $h$, und es wäre nun $r - r_1 = a - h - (a_1 - h_1) = a - a_1 - (h - h_1)$; die Höhe des Widerstandes zwischen den beiden Puncten wäre der Unterschied der Wasserspiegel in den beiden Druckmessern, plus oder minus dem Unterschiede zwischen den beiden Höhen, welche den verschiedenen Geschwindigkeiten zukommen, je nachdem die Geschwindigkeit in dem Punct oberhalb gröfser oder kleiner als die in dem Punct unterhalb ist.

Man sieht aus diesem Beispiele, wie die *Druckmesser* die Widerstände in den Röhrenleitungen und die Veränderungen derselben sichtbar machen, und wie nützlich also dieselben sein können. Ich habe bei der Wasserleitung zu Toulouse einen solchen Höhenmesser aus Glas in das Stadthaus und bis in das Zimmer des Röhrenmeisters führen lassen. Der Höhenmesser zeigt ihm jeden Augenblick den Zustand der Leitung an, und die Hindernisse, welche etwa darin entstanden sind.

### Dicke, welche die Röhrenwände haben müssen.

**214.** Dieselbe hängt offenbar von dem Druck des in der Röhre fliefsenden Wassers auf die Röhrenwände ab.

Es sei $H$ der stärkste Druck, welchem die Wand einer Röhre zu widerstehen hat, $D$ der Durchmesser der Röhre, $e$ die gesuchte Dicke ihrer Wand, $f$ die Kraft, welche zum Zerreifsen des Stoffs der Röhrenwand auf die Quadrat-Einheit nöthig ist: alsdann ist $ef$ der Widerstand

der Röhrenwand auf die Einheit der Länge, oder $2ef$, wenn die Röhre der Länge nach ganz in zwei Theile zersprengt werden sollte; denn $2e = aa' + bb'$ (Fig. 42.) ist alsdann die Breite der zu zerreifsenden Fläche.

Sehen wir nun, welche Kraft das Wasser anwendet, um den Widerstand der Röhrenwand zu überwinden. Nehmen wir eine Röhre an, von der Länge der Maafs-Einheit, und horizontal, fest auf dem Boden liegend, so dafs das Wasser die obere Hälfte abzusprengen trachtet. Theilen wir in Gedanken die innere Fläche der Röhre, parallel mit der Achse, in eine grofse Menge Theile, die also von sehr geringer Breite $\sigma$ sind. Jeder dieser Theile wird vom Wasser mit der Kraft von $H\sigma\mu$ Pfunden gedrückt werden, wenn das Gewicht der Cubik-Einheit des Wassers $= \mu$ Pfunden gesetzt wird. Diesen Druck, der die Richtung der Halbmesser der Röhre hat, auf einen senkrechten Druck von unten nach oben reducirt, giebt $H\mu\sigma'$ Pfd., wenn $\sigma'$ die Projection von $\sigma$ auf den horizontalen Durchmesser bezeichnet. Die Summe aller dieser Pressungen wird der gesammte Druck des Wassers sein. Aber die Summe aller $\sigma'$ ist offenbar der Durchmesser $D$ der Röhre: also ist der gesammte Wasserdruck $= HD\mu$. Folglich wäre für den Fall des Gleichgewichts

$$54. \quad HD\mu = 2ef \quad \text{und folglich} \quad e = \frac{HD\mu}{2f}.$$

[Es läfst sich diese Formel auch ohne die Theilung der Röhrenfläche in unendlich viele Theile und ohne die Zerlegung der nach der Richtung der Halbmesser des Querschnitts wirkenden Druckkraft des Wassers in andere Kräfte von unten nach oben, wie folgt finden. Man stelle sich nemlich vor, die *cylindrische* Röhre (Fig. 42.) sei mit einer andern $pqrs$ von quadratischem Querschnitt und gleich dicken Wänden verbunden, und das Wasser drücke nicht blofs von innen auf die Wände der cylindrischen Röhre, sondern trete auch in die Ecken zwischen der cylindrischen und der parallelepipedischen Röhre. Alsdann werden die Wände der cylindrischen Röhre von dem Wasser innerhalb und aufserhalb offenbar nach *allen* Richtungen, also auch nach der Richtung $rp$ *gleich stark* gedrückt. Der Pressung von *aufsen* auf die cylindrische Reihe ist aber auch wieder offenbar die entgegengesetzte Pressung von *innen* auf die Röhre mit quadratischem Querschnitte gleich. Also ist auch die Pressung nach $rp$ von *innen* auf die cylindrische Röhre, der Pressung in gleicher Richtung von

innen auf die parallelepipedische Röhre gleich. Diese letztere aber ist offenbar $HD\mu$, und folglich mufs, wie in (54.), $HD\mu = 2ef$ sein. D. H.]

Für Gufs-Eisen, als den Stoff, aus welchem am gewöhnlichsten die Wasserleitungsröhren gemacht werden, nimmt man an, dafs eine Stange von 1 Quadratzoll Querschnitt durch 20426 Pfund zerrissen wird. Also ist in (54.) $f = 20426$. Das Gewicht eines Cubikzolles Wasser ist $= \frac{66}{1728}$ Pfund $= \mu$; also ist in (54.)

$$55. \quad e = \frac{H.D.66}{2.20426.1728} = \frac{H.D}{1069632};$$

wo $H$ und $D$ in *Zollen* ausgedrückt sind und dann $e$ ebenfalls in Zollen sich findet.

Mit dieser Dicke würde eine Röhrenwand aus gegossenem Eisen *gerade* dem Wasserdrucke widerstehen. Aber man mufs weit von dem *Minimum* der Dicke entfernt bleiben. Die Festigkeit der Theile eines Bauwerks mufs so sein, dafs die Wirkung, welcher sie zu widerstehen haben, auf *keine* Weise eine *Aenderung* darin hervorbringen kann. Für Gufs-Eisen nimmt man an, dafs die Festigkeit $2\frac{1}{2}$ bis $3\frac{1}{4}$ mal das Minimum betragen müsse. Ich setze zu mehrerer Sicherheit das 4,2fache. Also mufs man in (55.) $e$ noch mit 4,2 multipliciren, welches

$$56. \quad e = \frac{H.D}{254674}$$

giebt.

Aber die Röhren müssen ferner nicht blofs dem gewöhnlichen stärksten Drucke widerstehen, sondern auch noch *aufsergewöhnlicher* Wirkungen, nemlich dem *Stofse* des Wassers, wenn die Bewegung der darin befindlichen Wassermasse *plötzlich* gehemmt wird, z. B. durch zu schnelles Verschliefsen eines Hahns. Deshalb nimmt man für die Druckhöhe, obgleich sie in der Regel nicht über 48 bis 64 F. beträgt, gewöhnlich 319 F. (100 Meter) an; und auf diesen Druck, der etwa dem von 10 Atmosphären gleich kommt, müssen die Röhren probirt werden. Setzt man nun in (56.) $H = 319$ F. $= 319.12$ Z., so ergiebt sich

$$57. \quad e = \frac{319.12.D}{254674} = \frac{D}{66} = 0{,}015\,D.$$

[Es scheint wohl kein rechter Grund vorhanden, weshalb man für *jede* Druckhöhe $H = 319$ F. annehmen solle; denn dadurch kommt man, während diese Hypothese für kleine wirkliche Druckhöhen *zu viel* giebt,

gerade bei beträchtlichen wirklichen Druckhöhen, also gerade da, wo es am gefährlichsten ist, in Gefahr, zu *wenig* zu rechnen. Ist es der Erfahrung nach hinreichend, wenn man noch statt 48 F. wirklicher Druckhöhe 319 F., also etwa des $6\frac{2}{3}$fache annimmt, so scheint es angemessener, in (56.) auch für beliebige andere Druckhöhen mit $6\frac{2}{3}$ zu multipliciren. Dann ist, wenn man, wie oben, noch das 4,2fache des Nothwendigen nimmt, um *noch* sicherer zu gehen, also überhaupt mit 28 multiplicirt, aus (55.)

$$58. \quad e = \frac{HD}{38400} \text{ Zoll.} \quad \text{D. H.]}$$

Dieses würde nun die gufseisernen Röhren nöthige Dicke sein, wenn sich das Eisen immer *so dünn*, als es die Formel verlangt, und völlig dicht und ohne Fehler giefsen liefse. [Für 12 Zoll Durchmesser der Röhre würde (57.) für $e$ erst 0,18 Zoll oder 2,16 *Linien* geben; und so dünn läfst sich das Eisen nicht giefsen. D. H.] Aber dem ist nicht so. Das gegossene Eisen hat immer Blasen, durch welche das Wasser unter starkem Druck hindurchschwitzt, während sie die Dicke der Röhrenwände bedeutend vermindern. Ferner erstarrt das Eisen, wenn man es zu dünn giefst, schon ehe es die Form ganz *ausgefüllt* hat. Endlich werden die Röhren vom Rost angegriffen, welcher daran zehrt und allmälig die Dicke ihrer Wände vermindert. Aus diesen Gründen giebt es eine Dicke für die Röhrenwände, welche schon aus jenen Gründen allein ein Minimum ist, und es mufs also diese Dicke noch zu der obigen *hinzugethan* werden. Einige nehmen dafür 2,75 oder 3,67 Linien an. Ich setze, um sicher zu gehen und allen Einwendungen der Eisengiefser gegen eine zu geringe Dicke zu begegnen, 4,58 Linien oder 0,38 Zoll, also

$$59. \quad e = 0{,}38 + 0{,}015\,D \text{ Zoll.}$$

Für Röhren bis zu 4,6 Zoll im Durchmesser ist in (59.) kein zweites Glied rechts hinzuzufügen nöthig [weil es zu unbedeutend und durch das erste Glied schon hinreichend berücksichtigt ist. D. H.]. Alle solche Röhren können 0,38 Z. dicke Wände bekommen. Für gröfsere Röhren giebt die Formel (59.) folgende Dicke der Wände:

60.

| Durchmesser der Röhren | 4,6 Z. | 6 Z. | 8 Z. | 10 Z. | 12 Z. | 14 Z. | 16 Z. | 18 Z. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Dicke der Wände | 0,38 Z. | 0,47 Z. | 0,5 Z. | 0,53 Z. | 0,56 Z. | 0,59 Z. | 0,62 Z. | 0,65 Z. |

*Bleierne* Röhren sind weniger fest, als eiserne. *Jardine* aus Edinburg probirte eine bleierne Röhre von 1,9 Z. im Durchmesser mit 0,19 Z. dicken Wänden. Unter einem Druck von 780 F. begann sie, sich auszudehnen, und zerrifs unter einem Druck von 976 F. Zufolge dieses Versuchs wäre die Festigkeit bleierner Röhren noch nicht der neunte Theil der Festigkeit der eisernen. Dieser geringen Festigkeit wegen, und da das Blei doppelt so theuer als Eisen ist, hat man den früher allgemein üblichen bleiernen Röhren entsagt, [auch wohl, weil sie das Wasser mehr oder weniger verderben und ungesund machen. D. H.] und macht jetzt in allen grofsen Wasserleitungen die Röhren fast ausschliefslich nur aus Eisen.

*Hölzerne* Röhren widerstehen einem ziemlich starken Drucke und sind nicht theuer: aber sie verfaulen bald und müssen öfter durch neue ersetzt und sehr sorgfältig bewahrt werden, [lassen sich auch auf keine bedeutende innere Weite bohren. D. H.].

Aus *Thon gebrannte* Röhren sind nur unter geringem Druck haltbar. Ihre Stöfse lassen sich schwer verdichten, und sie sind leicht zerbrechlich. Also sind auch sie nicht zu empfehlen.

## Art. II. Von den Röhrenverzweigungen.

Selten soll eine einzelne Röhre alles zu leitende Wasser von der Einmündung bis zur Ausmündung führen. Gewöhnlich sind von der Hauptröhre an einzelnen Stellen zwischen der Ein- und Ausmündung Nebenröhren abzuzweigen; von diesen Nebenröhren wieder andere, untergeordnete Nebenröhren u. s. w.: so dafs eine gröfsere Röhrenleitung einem Baume mit seinen Aesten und Zweigen gleicht.

215. *Die Aufgabe,* in solchen Fällen die Bewegung des Wassers in den verschiedenen Röhren blofs aus ihren Abmessungen und aus ihrer Lage zu finden, ist sehr verwickelt und es ist davon noch keine Auflösung gegeben worden. Gleichwohl ist die Aufgabe fast bei allen Leitungen vorhanden. [*Eytelwein* hat eine Auflösung dieser Aufgabe im 4ten Heft 15ten Bandes dieses Journals gegeben, und zwar, wie es der Herausgeber weifs, ohne dafs ihm Das, was hier *D'Aubuisson* darüber sagt, bekannt war. D. H.]

Um die Ansichten deutlich aufzufassen, auf welchen die hier folgende Auflösung beruht, die wenigstens auf einzelne Fälle anwendbar sein wird,

stelle man sich eine schon vorhandene Röhrenverzweigung vor, an einen stets vollen Behälter gebracht, und das Wasser durch Oeffnungen an den Enden der Zweige ausströmend. Nun sei die Aufgabe: die Menge Wassers zu finden, welche aus jeder Ausmündungs-Oeffnung fliefsen wird, (obgleich dies noch nicht der Gegenstand ist, den ich im Auge habe). Offenbar würde sich der Ausflufs aus jeder Oeffnung unmittelbar ausrechnen lassen, wenn man den wirklichen Druck auf die Ausmündung kennte; denn diesem Druck, als freier Fallhöhe, würde die Geschwindigkeit der Ausströmung entsprechen (§. 211.). Nach dem was (§. 211. bis 213.) gesagt ist, ist die wirkliche Druckhöhe der Wasserhöhe, nach Abzug der Widerstände, die das Wasser in den Röhren von der Einmündung bis zur Ausmündung findet, gleich. Es kommt also nur darauf an, diese Widerstände zu finden.

Verschiedene Widerstände in den Röhren.

216 Dieselben bestehen, *erstlich*, und zwar hauptsächlich, aus dem Widerstande der Röhrenwände gegen die Bewegung des Wassers; *zweitens* aus den Widerständen in den Knieen; *drittens* entsteht Widerstand aus der Veränderung der Richtung der Bewegung, wenn das Wasser aus einer Hauptröhre in eine Zweigröhre, oder von dieser in eine untergeordnete Zweigröhre übergeht; *viertens* aus der Störung der Bewegung bei dem Schöpfen (érogation) der Zweigröhren aus den Stammröhren. Verengungen kommen nicht in Betracht; denn es darf dergleichen nicht geben. Kämen sie aber vor, so würde ihre Wirkung nach (§. 200.) in Ansatz zu bringen sein. Jeder Widerstand ist übrigens als eine von der Wasserhöhe abgehende, ihr entgegenwirkende Druckhöhe zu betrachten.

Von den beiden ersten der aufgezählten vier Arten Widerstände haben wir weiter oben ausführlich gehandelt. Der Widerstand der Röhrenwände war nach (§. 186. 12.)

$$61. \quad H - 0{,}02593\,\frac{Q^2}{D^4} = 0{,}000697\,\frac{L}{D^5}\,(Q^2 + 0{,}138\,QD^2$$

und der Widerstand der Kniee nach (§. 197. 44.)

$$62. \quad 0{,}02\,\frac{Q^2}{D^4}\,s^2.$$

Es bleiben also noch die beiden andern Widerstände zu untersuchen.

217. *Widerstand durch Veränderung der Richtung.* Wenn ein Körper, der sich mit der Geschwindigkeit $v$ nach irgend einer Richtung

bewegt, in eine andere Richtung, die mit der vorigen den Winkel $i$ macht, gezwängt wird, so ist seine Geschwindigkeit in der neuen Richtung nur noch $v \cos i$. Also wird das Wasser, welches in einer Röhre mit der Geschwindigkeit $v$ fliefst, sobald es in eine Zweigröhre übergeht, abgesehen von den Kräften, die darauf wirken mögen, nur noch die Geschwindigkeit $v \cos i$ behalten. Die Druckhöhe $\frac{v^2}{4g}$, welche der Geschwindigkeit $v$ zukommt, wird also für die Zweigröhre nur noch $\frac{v^2 \cos i^2}{4g}$ sein, und es ist also $\frac{v^2}{4g}(1 - \cos i^2) =$

$$63. \quad = \frac{v^2}{4g} \sin i^2 = 0{,}016\, v^2 \sin i^2$$

an Druckhöhe verloren gegangen.

Fast immer sind die Zweigröhren an die Hauptröhren *perpendiculair* angesetzt, während sie sich dann vielleicht weiterhin durch Kniee wieder von ihrer Richtung entfernen. In diesem Fall also ist $i = 90^0$ und $\sin i = 1$: also ist der Verlust an Druckhöhe (63.) alsdann

$$64. \quad = 0{,}016\, v^2 = 0{,}016 \cdot 1{,}273^2 \frac{Q^2}{D^4} \text{ (11.)} = 0{,}02593 \frac{Q^2}{D^4};$$

das heifst: diejenige Druckhöhe, welche der Geschwindigkeit $v$ in der Röhre entspricht, ist gänzlich verloren gegangen, und das Wasser in der Zweigröhre wird nicht mehr von diesem Theile der Druckhöhe fortgetrieben, sondern nur noch von der übrig bleibenden piézometrischen Druckhöhe, die am Theilungspunct Statt findet.

### Verlust durch das Schöpfen der Zweigröhren.

128. An den Einmündungen der Zweigröhren in die Hauptröhre findet noch ein anderer Verlust an Druckhöhe Statt. Um ihn zu messen, setzten die Herren Ingenieurs *Mallet* und *Génieys*, Inspectoren der Pariser Wasserleitungen, auf eine Leitung von 9,56 Z. Durchmesser, ein wenig *oberhalb* der Stelle, wo eine 3,09 Zoll weite Zweigröhre einmündete, einen Piézomèter und einen andern ein wenig *unterhalb* jener Stelle auf die Zweigröhre. In diesem zweiten Druckmesser stand das Wasser um 4,58 Z. niedriger, als in dem ersten, während der Erguſs der Röhre 243,14 C. Z. in der Secunde war. Die Geschwindigkeit in der Röhre war 32,38 Z. und entsprach also einer Fallhöhe von 1,4 Z. Diese 1,4 Z. wären von dem Unterschiede von 4,58 Z. der Wasserhöhen in den Druckmessern abzuzie-

hen und es blieben also für die dem Schöpfen der Zweigröhre zukommende Druckhöhe 3,18 Z.; was 2,28 mal so viel ist, als jene 1,4 Z. Nachdem man den Erguſs der Zweigröhre bis auf ? Cubikzoll gebracht hatte, [hier steht im Original durch einen Druckfehler $1^m,003$, was nicht verständlich und, wenn 1,003 *Cubik*meter gemeint sein sollten (und von *Cubik*metern kann nur die Rede sein) nicht wohl möglich ist, da bei dem ersten Versuch der Erguſs zu $0^{mmm},00435$ angegeben ist, so daſs er bei dem zweiten Versuch, an 250 mal gröſser gewesen wäre, als beim ersten. Es läſst sich nicht mit Sicherheit errathen, welche Zahl gemeint sei; vielleicht 0,03 Cubikmeter. D. H.] war die Differenz der Höhe in den beiden Druckmessern 5,85 Z.; welches einer Fallhöhe von 1,96 Z. entspricht und also für das Schöpfen der Zweigröhre einen Druck giebt, der 1,94 mal so groſs ist, als die 1,96 Zoll. Aus diesen Versuchen hat man geschlossen, daſs das Schöpfen der Zweigröhren eine Druckhöhe absorbirt, die etwa *zweimal* so groſs ist, als die der Geschwindigkeit in den Zweigröhren entsprechende Fallhöhe. Obgleich besondere örtliche Umstände hier eingewirkt haben können, wollen wir doch das Resultat annehmen, bis andere Versuche ein anderes ergeben haben werden. Alle Ungewiſsheit über die Verluste an Druckhöhe durch das Schöpfen der Zweigröhren und in den Röhrenknieen sind übrigens für die Ausübung von keiner Bedeutung; denn sie sind zu gering gegen die übrigen Verluste, besonders gegen den *Widerstand der Röhrenwände.* Dieser Widerstand aber ist in (§. 185.) nach dem Resultat von mehr als 50 Versuchen angegeben worden.

210. Eine Zeit lang fürchtete ich, das Schöpfen der Zweigröhren dehne seine Wirkung auch bis *oberhalb* ihrer Einmündung in die Hauptröhre aus. Wäre dem also, so würde die Auflösung der vorliegenden Aufgabe, welche hier folgen wird und welche ich schon im Jahr 1827 in einer Abhandlung über die Bewegung des Wassers in Röhrenleitungen angedeutet habe, durchaus unrichtig sein. Um über diesen wesentlichen Umstand zu entscheiden, stellte ich folgende Versuche an.

Ich setzte auf eine 2030 F. lange und 3,06 Z. weite Röhrenleitung, 1373 F. von der Einmündung entfernt, eine Ansatzröhre, mit einem Hahn, vermittelst dessen man mehr oder weniger Wasser ausflieſsen lassen konnte; und dieses Wasser war das *Schöpfen der Zweigröhre.* 19 Z. oberhalb und 27 Z. unterhalb des Röhrchens setzte man groſse Druckmesser. Die Wasserhöhe an der Einmündung der Leitung blieb fast immer dieselbe,

nemlich 283 Z. An der Ausmündung war die Leitung ganz offen, und man liefs nur durch den Hahn das hier unten bemerkte Wasser ab. Was aus der Ausmündung der Röhre flofs, ist daneben bemerkt; desgleichen die Höhe, auf welcher sich das Wasser in den Druckmessern ober- und unterhalb der Ablafsröhre erhielt. Da diese letzten Höhen bis auf etwa 9 Linien ungewifs sind, so ist zu vermuthen, dafs sie oberhalb und unterhalb der Ablafsröhre *gleich* waren. Die Wahrscheinlichkeit der Gleichheit der Höhen ergab sich auch noch bei mehreren anderen Versuchen, die ich mit der Vorrichtung anstellte. Das Resultat war folgendes.

65.

| Ausfluſs in 1 Secunde. | | Höhe im Druckmesser. | |
|---|---|---|---|
| Durch die Ablafsröhre. | Aus der Ausmündung der Leitung. | Oberhalb der Ablafsröhre. | Unterhalb der Ablafsröhre. |
| 0 | 89,95 Cubikzoll. | 72,64 Zoll. | 73,02 Zoll. |
| 15,03 Cubikzoll. | 78,31 - - | 59,26 - - | 59,26 - - |
| 46,73 - - | 57,01 - - | 34,79 - - | 35,55 - - |
| 73,22 - - | 32,36 - - | 6,88 - - | 6,50 - - |
| 77,13 - - | 28,73 - - | 4,58 - - | 3,82 - - |

Ich schliefse hieraus, dafs, wenn man Wasser aus einer Hauptröhre seitwärts ableitet, der Druck auf die Wände oberhalb und unterhalb der Ableitung nicht merklich verschieden ist. Demnach würde es denn in einer Röhrenverzweigung keine Verluste an Druckhöhe weiter geben, als die oben aufgezählten vier.

Gleichung für die Bewegung des Wassers in einer Röhrenverzweigung.

220. Setzen wir nun ein beliebiges Röhrensystem. Aus der Ausmündung einer der Zweigröhren fliefse das Wasser frei durch die dortige Oeffnung.

Es sei

66.
- $d_n$ der Durchmesser der Ausfluſs-Oeffnung;
- $m_n$ der Zusammenziehungs-Coëfficient;
- $H_n$ die Höhe des Wassers im Behälter über der Ausfluſs-Oeffnung;
- $D_n$ der Durchmesser der Zweigröhre;
- $L_n$ ihre Länge;
- $Q_n$ die Menge des ausfliefsenden Wassers;
- $s_n^2$ die Summe der Quadrate der Sinus der Kniewinkel;
- $[R]$ die Summe der Widerstände oder Verluste an Druckhöhe, welche die Bewegung des Wassers vom Behälter an bis zu der Ausmündung erfährt.

Setzt man die Verluste an Druckhöhe in der Hauptröhre, bis zur ersten Zweigröhre, $= r$ und $r'$; die in der ersten Zweigröhre, bis zur zweiten, $= r_1, r_1', r_1'', r_1'''$; die in der zweiten Zweigröhre, bis zur dritten, $= r_2, r', r_2'', r_2'''$, u. s. w. bis zur $n-1$sten Zweigröhre, an welcher sich die Ausflufs-Oeffnung befindet: so ist

67. $$[R] = r + r' + r_1 + r_1' + r_1'' + r_1''' \ldots + r_{n-1} + r_{n-1}' + r_{n-1}'' + r_{n-1}'''.$$

Nun giebt die Summe der Verluste an Druckhöhe, abgezogen von der ganzen Wasserhöhe, die der Ausflufsgeschwindigkeit entsprechende Druckhöhe (§. 215.), oder auch: die ganze Wasserhöhe ist gleich der Summe der Verluste an Druckhöhe der Ausflufsgeschwindigkeit und jener Höhe, welche letztere $0{,}02593 \frac{Q_n^2}{m_n^2 D_n^2}$ ist (§. 139.). Mithin ist die Gleichung für die Bewegung in der Röhrenverzweigung

68. $$H_n = [R] + 0{,}02593 \frac{Q_{n-1}^2}{D_{n-1}^4} + 0{,}000697 \frac{L}{D_n^5}(Q_n^2 + 0{,}138\, Q_n D_n^2)$$
$$+ 0{,}02 \frac{Q_n^2}{D_n^3} s_2 + 0{,}5186 \frac{Q_n^2}{D_n^4} + 0{,}02593 \frac{Q_n^2}{m_n^2 d_n^4}.$$

[Das erste Glied rechts ist die Summe derjenigen Widerstände, die hier in diesem Paragraph durch $[R]$ bezeichnet werden; die folgenden 3 Glieder sind diejenigen aus der Gleichung (30.), welche dem dortigen $H$ gleich sind; das fünfte Glied $0{,}02 \frac{Q_n^2}{D_n^4} s^2$ ist der Widerstand der Kniee (62. §. 216.); das sechste Glied ist der Verlust durch das Schöpfen der Zweigröhren, welcher nach (§. 218.) *doppelt* so grofs angenommen wird, als die Druckhöhe der Geschwindigkeit in der letzten Röhre, welche nach (64.) $0{,}02593 \frac{Q_n^2}{D_n^4}$ sein würde; das siebente Glied endlich ist die Druckhöhe der Ausflufsgeschwindigkeit. D. H.]

Wenn die letzte Zweigröhre *ganz offen* ist, so ist $m_n^2 d_n^4 = D_n^4$.

Aus der Gleichung (68.) kann man nun direct oder indirect eine der Gröfsen durch die übrigen berechnen.

### Ausdruck des Verlustes an Druckhöhe von einem Punct zum andern.

221. In der Ausübung kommt es häufig auf das Verhältnifs des Verlustes an Druckhöhe zu dem, was darauf in Beziehung steht, an. Wir erinnern hier daran, dafs der Verlust an Druckhöhe zwischen zwei beliebigen Puncten eines Röhrensystems die Summe der Widerstände ist, welche das Wasser zwischen den beiden Puncten findet.

Beispiel an einer grofsen Wasservertheilung. Berechnung der Durchmesser ihrer Röhren.

222. Wir wollen die hier aufgellten Sätze und Formeln beispielsweise auf eine grofse Wasservertheilung anwenden. Dieses Beispiel wird Gelegenheit geben, noch Einiges zu berühren, was oben noch nicht zur Sprache kam; so wie auch noch einige für die Ausübung nützliche Bemerkungen beizufügen.

Wir nehmen an, es seien etwa 168200 C. F. Wasser in 24 Stunden [260 Wasserzoll, nach §. 206. zu 646,016 C. F. D. H.] nach verschiedenen Puncten einer Stadt zu vertheilen. Diese Puncte, und wieviel Wasser nach jedem hingeschafft werden soll, sind gegeben.

Zuerst wird der Baumeister der Wasserleitung durch ein Nivellement die *Tiefe* der verschiedenen Ausflufspuncte unter dem Spiegel des Wasserbehälters auszumitteln haben. Diese Tiefen sind die ganzen Wasserhöhen für diese verschiedenen Puncte. Ferner ist ein *Grundrifs* der Röhrenverzweigung nöthig, aus welchem die Länge der Röhren und die Winkel ihrer Zusammenstöfse gemessen werden können. Nach (§. 205.) mufs für jeden Ausflufspunct *die Hälfte mehr* gerechnet werden. Fig. 43. stelle den Grundrifs der Röhrenverzweigung vor. *B, C, D* sind die Knoten oder Trennungspuncte der Röhren. Es seien

69. $\begin{cases} Ai = 605\,\text{F.}, \; ij = 271\,\text{F.}, \; il = 1278\,\text{F.}, \; op = 354\,\text{F. und } pq = 542\,\text{F.}; \\ \text{Die Winkel in } l = 130\,\text{Gr.}, \text{ in } k = 140\,\text{Gr.}, \text{ in } m = 110\,\text{Gr.}, \\ \quad \text{in } n = 75\,\text{Gr. und in } r = 90\,\text{Gr.}; \\ \text{Der Halbmesser der Krümmungen sei überall } 9{,}56\,\text{F.} \end{cases}$

Der unvermeidliche Verlust an Druckhöhe läfst sich vom Wasserbehälter an bis zu den Ausflufspuncten *nicht gleichförmig* vertheilen; und wenn dies auch anginge, wäre es doch meistens *nicht rathsam*. Auf die Hauptröhren, vom Behälter an bis zu den Vertheilungspuncten, ist ein angemessener Verlust zu rechnen; und zwar auf eine Weise, dafs die Röhren auf die möglich-*wohlfeilste* Weise ihren Zweck erfüllen. Rechnete man auf die Hauptröhren einen zu beträchtlichen Verlust an Druckhöhe, so könnte es sein, dafs für die Zweigröhren nicht mehr Druckhöhe genug übrig bliebe, um das Wasser auch in aufsergewöhnlicher Menge weiter zu treiben. Rechnete man dagegen auf die Hauptröhre zu wenig Verlust an Druckhöhe, so würden die Röhren zu grofs und folglich zu theuer wer-

den. In einem der äufsersten Puncte der Röhrenverzweigung (Fig. 43.), nemlich in dem Puncte $d$, wird z. B. ein über das Strafsenpflaster 24 F. hoch springender Stral verlangt. Das Strafsenpflaster liegt daselbst 37,7 F. tief unter dem Wasserspiegel des Behälters. Es ist daher von $A$ bis $d$ nur 13,7 F. Verlust an Druckhöhe zuläfslich. Dieser möge wie folgt vertheilt werden: 3,19 F. von $A$ bis $B$, dem ersten Haupt-Vertheilungspunct, und 6,05 F. von $B$ bis $C$, dem zweiten Haupt-Vertheilungspuncte. Es bleiben also für die Strecke von $C$ bis $D$ nur noch 4,46 F. übrig. Von $C$ bis $D$ dagegen kann man 7 F. zugestehen.

Nach diesen Nebenbestimmungen, zusammen mit den obigen Hauptbestimmungen, müssen die *Durchmesser der Röhren* berechnet werden.

I. Wir fangen mit der Hauptröhre $AB$ an, die der Stamm des Baumes ist. Sie zieht aus $A$ all' ihr Wasser, also 2,93 C. F. in der Secunde [0,0906 Cubikmeter, nemlich 260 Wasserzoll zu 12,94 C. Z. (§. 206.) und die Hälfte mehr als Zulage. D. H.]. In $i$ und $j$ setzt sie davon 0,123 C. F. ab und führt den Rest nach $B$. Strenge genommen könnte man nun schon den drei Röhrenstrecken $Ai$, $ij$ und $jB$ verschiedene Durchmesser geben: aber der zuläfsliche Unterschied würde so geringe sein, dafs es besser ist, die *ganze* Röhre $AB$ *gleich weit* zu machen, und zwar so weit, als wenn sie *alles* Wasser, welches in $A$ hineinströmt, bis $B$ zu führen hätte. Man mufs also setzen:

$$70. \quad Q = 2{,}93 \text{ C. F.} \quad \text{und} \quad L = 2412 \text{ F.}$$

Der Durchmesser $D$ wird gesucht und der Verlust an Druckhöhe soll 3,19 F. sein.

Die Leitung fängt an dem Wasserschlofs an. In demselben steigt die Röhre senkrecht herab; dann aber geht sie horizontal weiter. Sie macht also hier einen Winkel von 90 Graden, in welchem das Wasser zweimal unter einem Winkel von $22\frac{1}{2}$ Gr. anprallt. Das giebt

$$71. \quad 2\sin 23\tfrac{1}{2}^2 = 0{,}2929 = s^2.$$

Der Widerstand der Wände beträgt nach (§. 216. 61.)

$$72. \quad 0{,}000697 \frac{L}{D^5} (Q^2 + 0{,}138\, QD^2)$$

und der Widerstand der Biegung nach (62.)

$$73. \quad 0{,}02 \frac{Q_2}{D^4} s^2.$$

Die Widerstände sollen zusammen 3,19 F. sein: also ist

$$74. \quad 0{,}000697 \frac{L}{D^5}(Q_2 + 0{,}138\, QD^2) + 0{,}02 \frac{Q_2}{D^4} s^2 = 3{,}19.$$

Setzt man hierin die gegebenen Werthe von $Q$ und $L$ aus (70.) und von $s^2$ aus (71.) und berechnet $D$ durch Näherung, so findet sich

$$75. \quad D = 1{,}376 \text{ F.} = 16{,}52 \text{ Z.}$$

Dieses ist also die nöthige Weite der Röhre $AB$.

Ich verweile einen Augenblick bei den Hauptstämmen der Röhrenleitung und erwähne einiger Anordnungen, welche ich für dieselben bei der Toulouser Wasserleitung gemacht habe und deren guten Erfolg eine zehnjährige Erfahrung bestätigt hat. Sie waren durch die erste Grundregel für grofse Wasservertheilungen geboten, dafs die Strömung des Wassers nach den *Haupt-Vertheilungspuncten* wo möglich *nie eine Unterbrechung erfahren darf.*

Dieserhalb sind statt *einer einzelnen* Hauptröhre, welche das gesammte Wasser zu fassen gehabt haben würde, *zwei Röhren* neben einander gelegt worden, deren jede die *Hälfte* führt. So ist also nicht eine einzelne Röhre von 16,52 Zoll im Durchmesser für 2,93 C. F. Ergufs in der Secunde, sondern es sind zwei Röhren, jede für 1,465 C. F. gemacht worden; und da der Verlust an Druckhöhe immer nur 3,19 F. betragen sollte, so mufste jede Röhre, der obigen Formel (74.) gemäfs, 12,54 Z. Durchmesser bekommen. Während jetzt vielleicht die eine Röhre der Ausbesserung bedarf, leitet die andere noch Wasser; freilich weniger; aber doch viel mehr als man glauben sollte. Es flossen nach einem meiner Versuche durch zwei Röhren aus demselben Behälter und in das nemliche Gefäfs 0,3849 C. F. in der Secunde, und durch eine einzelne Röhre, nachdem man die andere verschlossen hatte, noch 0,3687 C. F. [Wie aber vermag das die Theorie zu erklären? Vielleicht nur dadurch, dafs das Wasser nicht *frei* ausflofs, sondern in das zu der weitern Vertheilung bestimmte Gefäfs. D. H.] Die Verdoppelung der Röhren erhöht freilich die Kosten. Die Verdoppelung der drei Hauptröhren der Toulouser Wasserleitung hat die Kosten dieser Hauptröhren um 30 p. C. erhöht.

Damit die *doppelten* Röhren vollständig ihren Zweck erfüllen, müssen sie in ein- und dasselbe Gefäfs ausmünden. Zu diesem Ende sind sie ober- und unterhalb in ein kleines Vertheilungsgefäfs gesteckt, aus welchem die Zweigröhren alsdann das Wasser weiter leiten. An dem Haupt-

Vertheilungspunct der Toulouser Wasserleitung ist dieses Gefäfs 38 Z. im Durchmesser und 23 Z. hoch. An seinem Umfange sind 7 Ansätze für eben so viele Zweigröhren.

Sodann müssen die *Hauptröhren* in *unterirdische gemauerte Canäle* gelegt werden, damit sie stets zugänglich sind und jede Schadhaftigkeit daran sogleich bemerkt und abgestellt werden kann. Die *Zweigröhren* dagegen legt man gewöhnlich in die *bloſse Erde,* etwa $3\frac{1}{4}$ F. tief unter das Pflaster der Strafsen. Ein Verlust an Wasser ist hier weniger nachtheilig. Fehlt etwa das Wasser in einem Brunnen, so hilft für den Augenblick ein anderer, vielleicht nur wenig davon entfernter Brunnen aus. An den Haupt-Vertheilungspuncten dagegen darf das Wasser *niemals* fehlen.

II. Kehren wir nun zu der Berechnung der Weite der Röhren zurück. Die Zweigröhre $ia$ soll bis nach $l$, 0,0676 C. F. Wasser in der Secunde führen, und dann von $l$ bis $a$ bloſs noch 0,0449 C. F. Auch hier rechnet man wieder, um den Vortheil des gröfseren Durchmessers zu haben, auf 0,0676 C. F. Es ist also

76.
$Q_1 = 0{,}0676$ C. F.;
Die Länge $ia = L_1$ ist $= 2042$ F.;
Die Druckhöhe oder Tiefe der Ausmündung unter dem Wasserspiegel ist $H_1 = 25{,}8$ F.;
Die Ausmündung ist eine cylindrische Ansatzröhre von $d_1 = 0{,}127$ F. Durchmesser;
Der Zusammenziehungs-Coëfficient ist $m_1 = 0{,}82$.

Dieses giebt in der Formel (68. in §. 220.) für ihr Glied links $H_1 = 25{,}8$. Das erste Glied rechts bezieht sich bloſs auf den Widerstand in der Röhre von $A$ bis $i$ und folglich nur auf 605 F. Länge (69.). Dieses giebt für den Widerstand der Röhrenwände und in den Knieen, $D_n$ nach (75.) $= 1{,}376$ gesetzt und nach (74.) gerechnet, zusammen 0,802 F. Das zweite Glied rechts in (68.) bezieht sich auf die der Geschwindigkeit in der Röhre $Ai$ entsprechende Höhe, die für die Zweigröhre ganz verloren geht. Es beträgt 0,062 F. Das dritte und vierte Glied drücken den Widerstand der Wände der Zweigröhren aus. Kniee kommen in denselben für das fünfte Glied nicht vor. Das sechste Glied bezieht sich auf den Verlust durch das Schöpfen der Zweigröhren. Das letzte Glied endlich entspricht der Ausfluſs-Geschwindigkeit. Nimmt man Alles zusammen und berechnet aus der

entstehenden Gleichung vom fünften Grade $D_1$, so findet sich

77. $D_1 = 0{,}196$ F. $= 2{,}34$ Zoll

für den Durchmesser der Zweigröhre $ia$.

III. Für den weitern Zweig aus $l$, 1278 F. von seinem Ursprung entfernt, ist

78.
$L = 812$ F.;
Der Wasser-Erguſs $Q_2$ dieses Zweiges ist $= 0{,}0226$ C. F.;
Der Ausguſs ist ein conischer Ansatz $d_2$ von 0,067 Z. im Durchmesser;
Der Zusammenziehungs-Coëfficient $m_2$ ist $= 0{,}9$;
Die Tiefe des Punctes $b$ unter dem Wasserspiegel im Behälter ist $H_2 = 32{,}81$ F.

Gleich unterhalb der Einmündung ist eine Biegung, die wir aber auſser Acht lassen.

Das Glied links in der Gleichung (65.) ist hier $H_2 = 32{,}81$.

Das erste Glied rechts drückt alle Widerstände, sowohl in der Hauptröhre bis $i$, als in der Zweigröhre bis $l$ aus. Die ersteren betragen, wie oben in (II.) berechnet, 0,802 F.; die andern, in der Zweigröhre, betragen für die Wände 15,188 F., für das Schöpfen 0,160 F., für die Veränderung der Richtung 0,062 F., zusammen 15,410 F., also, mit den vorigen 0,802 F., im Ganzen 16,212 F.

Das zweite Glied rechts, auf die Geschwindigkeit in der Zweigröhre sich beziehend, giebt 0,799 F.

Das dritte, vierte und fünfte Glied beziehen sich auf den Widerstand der Zweigröhrenwände und auf das Schöpfen der Zweigröhre.

Das letzte Glied, auf die Ausfluſs-Geschwindigkeit sich beziehend, giebt 0,819 F.

Setzt man dies in die Gleichung (68.) und berechnet $D_2$ durch Näherung, so findet sich

79. $D_2 = 0{,}115$ F. $= 1{,}38$ Z.

[Die Zahlen der Zwischenrechnungen im Original sind nicht alle hergesetzt, sondern nur mehr die Resultate; wie es wohl hinreichend war. D. H.]

Diese beiden Beispiele werden es anschaulich machen, wie sich auch die Durchmesser der Röhrenzweige erster und zweiter Ordnung nach der Formel (68.) berechnen lassen. Im Folgenden werden wir die Rechnungen nur auszugsweise angeben.

IV. Bei dem Zweige *jkmnc* sind die vielen Biegungen insbesondere zu berücksichtigen. Es ist hier

80. $L = 828$ F., $Q = 0{,}0563$ C. F., $H = 53{,}5$ F.

Der Röhrenzweig ist an der Ausmündung offen, also die Wirkung des Schöpfens die *doppelte* der Ausflufsgeschwindigkeit entsprechende Höhe, und folglich der auf beide Bezug habende Verlust $= 0{,}02593 \frac{Q^2}{D^4}$. Der Widerstand in der Röhre von $A$ bis $j$ beträgt 1,223 F. Um das fünfte Glied rechts in der Gleichung (68.), mit $s^2$, zu berechnen, mufs man erst das gesuchte $D$ kennen. Man wird also erst, um näherungsweise $D$ zu finden, das Glied mit $s^2$ wegzulassen haben. Der alsdann sich findende Werth von $D$ ist 0,123 F. Nimmt man nun *diesen* Werth von $D$ an und rechnet nach (§. 198.), so findet man, da 16 Anprallwinkel, jeder von 6 Gr. 41 Min., vorhanden sind, $s^2 = 0{,}2168$. Dieser Werth von $s^2$ giebt aber für das Glied mit $s^2$ in der Gleichung ein so Geringes, dafs das Glied auf den Werth von $D$ fast gar keinen Einflufs hat. Also bleibt

81. $D = 0{,}123$ F. $= 1{,}559$ Zoll.

Für diesen Durchmesser beträgt der Widerstand der Biegungen 2,18 Linien. Der Widerstand des Schöpfens, mit Inbegriff dessen der Ausflufsgeschwindigkeit, beträgt 124,34 Linien und der Widerstand der Röhrenwände 7405,23 Linien. Diese drei Widerstände verhalten sich also wie die Zahlen 1, 57 und 3402. Man sieht aus diesem Beispiel, wie gering der Widerstand in den Biegungen gegen den der Wände ist; und gleichwohl waren hier ungewöhnlich viele Biegungen vorhanden und die Geschwindigkeit war unbedeutend, nemlich 4,14 F. Selbst wenn der Krümmungshalbmesser der Biegungen statt 9,56 F. nur 1,59 F. gewesen wäre, würde der Widerstand in den Biegungen nur 8,03 Linien betragen haben und also auch noch dann haben aufser Acht gelassen werden können. Wie in (§. 198.) bemerkt, kann der Widerstand in den Biegungen ganz unbedeutend gemacht werden, wenn man ihnen grofse Halbmesser giebt. Zu Toulouse habe ich Halbmesser von 12,17 F. angenommen und für Röhren von 1,91 Z. Durchmesser, wie sie häufig vorkommen, nach diesem Halbmesser gekrümmte Röhren von 3,19 F. lang giefsen lassen, welche einen Bogen von 15 Gr. geben. Man setzte die Biegungen aus solchen Röhrenstücken zusammen: die Biegungen im rechten Winkel aus sechs Stücken.

V. Der Durchmesser der Röhre von $B$ bis $C$ wird auf ähnliche Weise gefunden werden können, wie der der Röhre $AB$. Die Summe der Widerstände ist hier 6,05 F. und es findet sich

82. $D = 0{,}82$ F. $= 9{,}94$ Zoll.

VI. Aehnlicherweise findet man für die Röhre $Crd$, für welche 4,46 F. Verlust an Druckhöhe bestimmt wurden,

83. $D = 0{,}72$ F. $= 8{,}60$ Zoll.

VII. Für die Leitung $BD$, mit 7 F. Verlust an Druckhöhe, findet sich

84. $D = 0{,}75$ F. $= 9$ Zoll.

VIII. In $e$, ganz nahe bei $o$, sollte eine grofse Fontaine sein, die aus 7 Oeffnungen 0,393 C. F. Wasser in der Secunde 18,76 F. hoch über das Strafsenpflaster und bis 8,08 F. unter den Wasserspiegel im Behälter triebe. Es waren also abzuziehen: *erstlich* der Verlust an Druckhöhe von $A$ bis $B$; *zweitens* für die der Geschwindigkeit in $AB$ entsprechende Höhe 0,062 F.; *drittens* 2,613 F. für den Widerstand der 7 bleiernen Röhren von $o$ bis nach den 7 Ausmündungen. Diese Röhren waren 38,23 F. lang und hatten 0,127 F. im Durchmesser. Also konnte man nur auf eine Druckhöhe von 2,10 F. rechnen, um die 0,504 C. F. Wasser von $B$ nach $o$ auf eine Länge von 344 F. zu treiben. Rechnet man nun nach der zweiten Formel (21.) in (§. 190.), so findet man für den Durchmesser der Röhre $Bo$,

85. $D = 0{,}498$ F. $= 5{,}98$ Zoll.

IX. Weiter über $o$ hinaus führt die Röhre bis $p$ 0,112 C. F. Wasser, 354 F. weit, und hierauf 0,056 C. F. bis $q$, 542 F. weit. Aber es war rathsam, die Röhre auf die ganze Länge von 896 F. *gleich weit* zu machen. Um ihren Durchmesser zu finden, war anzunehmen, dafs die Röhre so viel Wasser führen solle, dafs der Verlust an Druckhöhe von $o$ bis $q$ nur die oben bestimmten 9,56 F. betrage. Es sei $x$ der gesuchte mittlere Durchmesser, so erhält man, da sich der Widerstand bei gleichen Durchmessern der Röhre wie die Länge der Röhre und wie das Quadrat des Ergusses verhält, $896 . x^2 = 354 . 0{,}112^2 + 542 . 0{,}056^2$. Dieses giebt $x = 0{,}084$ C. F. und nun für den Durchmesser der Röhre, nach der Formel (21.),

86. $D = 0{,}217$ F. $= 2{,}61$ Zoll.

X. In $p$ ist eine Zweigröhre $pf$ von 641 F. lang, welche 0,563 C. F. Wasser in der Secunde führt. Sie hat ein conisches Mundstück von 0,76 Zoll im Durchmesser. Man kann also den Zusammenziehungs-Coëf-

ficienten = 0,9 setzen. Von der ganzen Druckhöhe von 28 F. sind abzuziehen: *erstlich* für den Verlust von *A* bis *B* 3,19 F.; *zweitens* für den Verlust von *B* bis *o* 2,10 F.; *drittens* für den Verlust von *o* bis *p*, wie gewöhnlich berechnet, 6,82 F.; *viertens* für den Verlust bei der Aenderung der Richtung in *p*, 0,0153 F.; *fünftens*, endlich, für die der Ausflufs-Geschwindigkeit entsprechende Höhe 6,15 F. Dieses giebt, wenn man den Widerstand der Röhrenwände nach der Formel (15.) ansetzt,

87. $D = 0{,}173$ F. = 2,08 Zoll.

XI. Der Röhrenzweig *qg* hat ein conisches Mundstück von 0,57 Z. im Durchmesser. Von der ganzen Wasserhöhe von 31,2 F. sind die Verluste von *A* bis *q* abzuziehen und es bleiben 16,37 F. Druckhöhe auf die Einmündung der Zweigröhre. Dieses giebt nach der Formel (35. §. 194.)

88. $D = 0{,}125$ F. = 1,5 Zoll.

XII. Der Zweig *qh* ist mit einer dünnen Scheibe geschlossen, welche eine Oeffnung von 0,53 Z. im Durchmesser hat. Die Druckhöhe auf der Ausmündung ist 15,41 F. und es findet sich

89. $D = 0{,}097$ F. = 1,17 Zoll.

Für grofse Leitungen läfst man die Röhren nicht nach allen den verschiedenen Durchmessern giefsen, welche die Rechnung giebt. Zu Toulouse liefs ich nur *sechserlei* Röhren machen, von

90. 17,2 Z., 11,5 Z., 9,5 Z., 5,7 Z., 3 Z. und 1,9 Zoll Durchmesser, und diese wurden nach den Resultaten der Rechnung vertheilt. Man mufs aber nie eine *engere* Röhre nehmen, als die Rechnung verlangt, sondern immer möglichst eine *weitere*. Denn man mufs auf erdige Niederschläge und andere Verstopfungen rechnen, und aufserdem müssen die Röhren für besondere Fälle, z. B. bei Feuersbrünsten, auch eine gröfsere Menge Wasser herbeizuschaffen vermögen, als gewöhnlich. Aus diesen Gründen ist es rathsam, *gar keine* engere Röhre als die vom *kleinsten* der bestimmten Caliber legen zu lassen. Zu Toulouse ist *keine* Röhre enger als 1,9 Z., und ich glaube, das dies überhaupt das Minimum der Weite ist.

Die Röhrenstücke, ist es gut, so lang als möglich giefsen zu lassen: 8 F. lang, wenn es angeht; wenigstens $6\frac{1}{3}$ F.; ohne den auf die Zusammensetzung verloren gehenden Theil.

[Gleich am Eingange dieses Paragraphs befindet sich folgende Tabelle, welche auch die Resultate der Rechnungen in demselben enthält.]

| | Ort der Ausmündung der Röhren. | Tiefe der Ausmündung unter dem Wasserspiegel, in Fufsen. | Erguſs der Röhren. In Wasserzollen. | Erguſs der Röhren. In Cubikzollen auf die Secunde; mit der Zulage. | Der Röhren. Bezeichnung. | Der Röhren. Länge in Fufsen. | Der Röhren. Berechneter Durchmesser, in Zollen. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | (*B*) ... | | | | *AB* ... | 2412 ... | 16,52 |
| | *a* ... | 25,81 ... | 4 ... | 77,69 ... | *ia* ... | 2042 ... | 2,41 |
| | *b* ... | 32,81 ... | 2 ... | 39,13 ... | *lb* ... | 812 ... | 1,38 |
| | *c* ... | 52,89 ... | 5 ... | 97,25 ... | *jc* ... | 828 ... | 1,57 |
| | (*C*) ... | .... | 75 ... | 1455,47 ... | *BC* ... | 1290 ... | 9,94 |
| | *d* ... | (37,59) 13,70 | 63 ... | 1221,28 ... | *Cd* ... | 2167 ... | 8,60 |
| 91. | *e* ... | (26,44) 7,96 | 35 ... | 679,10 ... | *Bo* ... | 344 ... | 5,96 |
| | *f* ... | 28,03 ... | 5 ... | 97,25 ... | *oq* ... | 895 ... | 2,60 |
| | | | | | *pf* ... | 640 ... | 2,06 |
| | *g* ... | 31,22 ... | 3 ... | 58,13 ... | *qg* ... | 344 ... | 1,49 |
| | *h* ... | 30,27 ... | 2 ... | 39,13 ... | *qh* ... | 156 ... | 1,18 |
| | (*D*) ... | .... | 67 ... | 1300,08 ... | *BD* ... | 3865 ... | 8,99 |
| | | Zusammen | 261 ... | 5064,51 C. Z. | | | |
| | | | oder | 2,93 C. F. | | | |

Practische Bemerkungen.

223. Wir haben in (§. 205.) gesehen, daſs die Röhren einer Wasserleitung fast niemals so viel Wasser führen, als sie nach den Formeln führen sollten und als sie in der That leiten würden, wenn ihre Lagerung vollkommen genau wäre und sie stets in vollkommen gutem Zustande sich befänden. Wir haben gesagt, daſs die vorzüglichsten Ursachen dieser Abweichung folgende sind. *Erstlich* die Unebenheiten der innern Fläche der Röhrenwände und der Zusammensetzung der einzelnen Röhrenstücke; *zweitens* die Luft, welche sich in den höheren Puncten der Röhren festsetzt und *drittens* die erdigen Niederschläge in den tiefsten Puncten.

Um dem ersten dieser drei Uebel möglichst zu begegnen, muſs man bei der Annahme der Röhren sehr streng sein und diejenigen, deren Durchmesser, wenn auch nur um ein Geringes, zu klein sind, schlechterdings verwerfen; eben so die, welche nicht genau die richtige Form haben und deren innere Wandfläche Näthe hat oder rauh ist. Alles dieses muſs als

Vorbedingung in dem Contract mit dem Lieferanten ausdrücklich bestimmt werden. Sodann mufs man genau auf die richtige *Lagerung* der Röhren sehen; nemlich darauf, dafs ihre centrische Linie genau gerade, oder doch eine richtig zusammenhängende Folge von geraden Linien sei (die Kniee ausgenommen); desgleichen, dafs die innere Wand der Röhren so gleichförmig als möglich fortlaufe, damit möglichst das in den Röhren fliefsende Wasser nirgend anstofse. Besonders darf keine *Verengung* irgendwo Statt finden, weder dadurch, dafs die Ringe bei den Zusammenfügungen der Röhrenstücke nach innen vortreten, noch dadurch, dafs etwa die Hähne einen geringern Querschnitt haben als die Röhren.

Gegen den zweiten Uebelstand müssen Ausgänge für die Luft und dazu Ansatzröhren an den *höhern* Stellen der Leitung vorhanden sein. An diese Ansatzröhren befestigt man entweder bleierne Röhren, die über die Höhe hinausreichen, welche dort das Wasser erreichen kann; oder schwimmende Ventile; oder Hähne. Die über den Wasserdruck hinausreichenden Röhren sind die *besten* Lüftungsmittel, und sie sind überall vorzugsweise da anzubringen, wo sie nicht etwa Uebelstände machen, oder der Beschädigung ausgesetzt sind; was aber nur selten der Fall ist. Die Ventile passen insbesondere für die Röhren, welche in grofsen gemauerten Canälen liegen. Die Hähne, obgleich an sich ein sehr einfaches Lüftungsmittel, haben doch viele Unbequemlichkeiten, dadurch, dafs sie beständig nachgesehen und regelmäfsig geöffnet werden müssen. Die fliefsenden Brunnen (bornes fontaines), welche man an den Gipfelpuncten der Strafsen anbringt, um die Abhänge derselben zu spülen, thun sehr zweckmäfsig den Dienst der Lüftungen.

An den *tiefsten* Stellen der Leitung müssen grofse Ablafshähne sein, welche von Zeit zu Zeit geöffnet werden, um die Röhren zu reinigen, und zwar dadurch, dafs man möglichst viel Wasser durch sie ausströmen läfst, welches dann die erdigen Theile und den Schlamm, der sich beim gewöhnlichen Flufs des Wassers in den Röhren abgesetzt hat, durch die verstärkte Geschwindigkeit hinwegschwemmt. Die Vertheilungskufen, deren in (§. 222. I.) gedacht wurde, sind zu dieser Reinigung sehr passend. Da sich in denselben das Wasser nur sehr langsam bewegt, so setzen sich daselbst die festen Theile, welche es mit sich führt, vorzugsweise zu Boden. Am Boden ihrer Seitenwand mufs eine weite Ansatzröhre sein, die durch eine Scheibe verschlossen wird, welche Schraubenbolzen

festhalten. Diese Scheibe nimmt man weg, wenn man mit vollem Wasser spülen will. Diese Anordnung hat bei der Wasserleitung zu Toulouse sehr guten Erfolg gehabt. Der Schlamm, und selbst der Sand, welcher sich in der Röhrenleitung, ungeachtet der vorherigen Läuterung, in beträchtlicher Masse absetzt, wird durch die Vertheilungskufen gänzlich hinweg- und in kleine Abzugscanäle geschafft, die ihn weiter in die Reinigungscanäle der Stadt bringen.

An den Einmündungen aller Röhren, an den Wasserbehältern sowohl, als an den Vertheilungskufen, müssen Hähne sein, durch welche man die Einmündung nach Belieben öffnen und verschliefsen kann. Für Röhren von mehr als 3,8 Zoll im Durchmesser bedient man sich der *Schützhähne,* deren Oeffnung durch ein Schütz verschlossen wird, welches sich durch eine Schraube heben und senken läfst. Kleine Röhren bekommen *Drehhähne.*

Ich gehe nicht weiter ins Details der Form und Construction der verschiedenen Hähne ein, der Lüftungen, der Röhren selbst, ihrer Zusammensetzung und Lagerung und dessen was sonst die Kunst des Röhrenmeisters betrifft. Diese Einzelnheiten gehören nicht in ein Handbuch der Hydraulik. Ich verweise wegen dieser Gegenstände auf die Schriften, welche davon insbesondere handeln, unter andern auf folgende:

*Girard,* Déscription des ouvrages à exécuter pour la distribution, dans Paris, des eaux de l'Ourcq. 1808.

*Mallet,* Notice sur le projet d'une distribution générale d'eau dans Paris, avec les détails y relatif, recueillis en Angleterre et notamment à Londres, 1829, und, Bulletin universel des sciences, V^e^ sect., 1826.

*Génieys,* Essai sur les moyens de conduire, d'élever et de distribuer les eaux. 1829.

*Gueymard,* sur la conduite des eaux dans des tuyaux cylindriques. Annales des mines, tome V. 1829.

so wie auf eine Geschichte der Wasserleitung zu Toulouse in den Memoiren der Akademie der Wissenschaften zu Toulouse, Band 2. 1830. [welche letztere Schrift das gegenwärtige Journal in seinem 16ten Bande Heft 1. und 2. nach einer vermehrten Ausgabe des Verfassers in den Annales des ponts et chaussées, 2ter Band, von 1838, deutsch mitgetheilt hat. D. H.]

## Viertes Capitel.

# Von den springenden Stralen.

### Theoretische Höhe der springenden Stralen.

**224.** Wenn man in dem Deckel einer Kufe oder Büchse, am Ende einer aus einem gefüllten Behälter kommenden Röhre, eine Oeffnung macht, so wird aus derselben ein Stral hervorspringen, der sich bis zu derjenigen Höhe erheben, oder vielmehr zu erheben trachten wird, bis zu welcher das Wasser in einer auf die Oeffnung gesetzten Röhre (piézometre) steigen würde. Diese letztere Höhe ist die Höhe des Drucks auf die Oeffnung von unten nach oben, und man findet sie, wenn man von der Höhe des Wasserspiegels im Behälter über der Ausflufs-Oeffnung die Summe aller Widerstände in der Zuleitungsröhre abzieht.

### Wirkliche Höhe der springenden Stralen.

**225.** Die wirkliche Höhe der springenden Stralen wird aber *etwas weniger* betragen. Verschiedene Umstände sind die Ursachen dieser Verminderuug. Die Haupt-Ursach ist der Widerstand der Luft. Derselbe ist zwar für geringe Sprunghöhen, von weniger als 3 F., unbeträchtlich: für gröfsere Höhen ist er *sehr* merklich, und nimmt mit der Höhe selbst zu, welcher er proportional ist. Sodann bringt der Widerstand der Luft eine Trennung der Stralfäden hervor, welche die Vernichtung der aufsteigenden Kraft des Strals wesentlich beschleunigt. Zu den übrigen Ursachen der Verminderung der Sprunghöhe gehört der Widerstand, den die oberen Theile des Strals dem freien Aufsteigen der unteren entgegensetzen. Dieser Widerstand wäre zwar nicht vorhanden, wenn sich die Wassertheilchen völlig unabhängig von einander bewegten, indem die Geschwindigkeit aller nach dem *gleichen* Gesetz abnehmen würde; aber wegen ihres Aneinanderhangens wirken sie auf einander, und die *Ausbreitung* des Strals nach oben beweiset diese Wirkung. Das Zurückfallen der oberen Theile, nachdem ihre Aufsteigekraft ganz erschöpft ist, würde die Steigekraft der unteren Theile noch mehr schwächen, wenn nicht die vorhingedachte Ausbreitung des Strals nach oben, die gegen den Gipfel hin sehr

schnell zunimmt, die Wasserfäden nach der Seite triebe, so dafs sie *neben* dem Stral zurückfallen. Indessen fallen doch *einige* auf den Stral zurück und schwächen ebenfalls seine Steigekraft. Man sieht dies deutlich, wenn man die Oeffnung der Ausströmung ein wenig *neigt*. Der Stral steigt dann alsbald höher, weil er nicht mehr die zurückfallenden Wassertheile aufnimmt. Bei einem Versuche von *Bossut* stieg die Höhe eines senkrechten Strals, welche $130\frac{3}{4}$ Zoll betrug, auf $132\frac{2}{3}$ Zoll, nachdem man dem Stral eine etwas schräge Richtung gegeben hatte. Das Gesetz der Ausbreitung des Strals in der Höhe wird durch die Gleichung

$$92. \quad y^4 = \frac{h m^2 d^4}{h - x}$$

ausgedrückt, wo $h$ die Druckhöhe auf die Ausflufs-Oeffnung, $d$ den Durchmesser derselben, $m$ den Zusammenziehungs-Coëfficienten und $y$ den Durchmesser des springenden Strals in der Höhe $x$ über der Oeffnung bezeichnet. [Nach einer *gewissen Hypothese;* nach einer andern anders. D. H.] Die Gleichung drückt eine Hyperbel vierter Ordnung aus und giebt für den Gipfel des Strals, nemlich für $x = h$, eine unendlich grofse Ausbreitung. Die Kraft dieser plötzlichen Ausbreitung verbindet sich mit der Kraft der Schwere und das Wasser fällt in der Gestalt eines Paraboloïds oder Pocals zurück, innerhalb dessen man den springenden Stral erblickt. Der Springbrunnen de la Trinité zu Toulouse zeigt dies sehr genau und in einer schönen Form, wenn der 2 Z. starke Stral 15 bis 16 Z. hoch steigt. [Dafs die Formel (94.) nicht die richtige sein kann, folgt schon daraus, dafs sie $y = \infty$ giebt, für $x = h$; denn das ist der Erfahrung zuwider. Es *scheint* ohne Rechnung zu folgen, dafs $y = \infty$ sein müsse für $x = h$, denn da der Querschnitt des Strals sich umgekehrt wie die Geschwindigkeit verhalten mufs und diese in der Höhe $h$ Null ist, so scheint zu folgen, dafs der Stral in der Höhe $h$ einen unendlich grofsen Querschnitt haben müsse. Gleichwohl ist dem nicht so, und das kommt wohl daher, dafs der Stral die Höhe $h$ gar nicht erreicht und also auch $x$ nicht $= h$ gesetzt werden kann. Die *Richtung* der Wassertheile nach oben ist, den centrischen Stral ausgenommen, *nicht* senkrecht, sondern für jeden Wasserfaden verschieden. Daher kann man denn auch nicht ohne Weiteres schliefsen, dafs der Querschnitt des ganzen Strals in der Höhe sich umgekehrt wie die Geschwindigkeit verhalte. D. H.]

Die Wirkung der verschiedenen Ursachen der Verminderung der

Höhe springender Stralen kann nur allein durch die Erfahrung gefunden werden. [Ja wohl! D. H.] *Mariotte* (Traité du mouvement des eaux. IV^e^ partie, premier discours.) hat also deshalb *Versuche* angestellt. Am Boden eines Behälters von $12\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser, welcher sehr hoch lag, fügte er eine senkrechte Röhre von 3 Z. im Durchmesser, deren Länge allmälig bis zu 64 F. vergröfsert wurde. Das untere Ende der Röhre war von unten nach oben hinaufgebogen und die Mündung wurde der Reihe nach mit verschiedenen Scheiben bedeckt, in welchen kreisförmige Oeffnungen von verschiedenen Durchmessern und mit wohl geebneten Rändern waren. Der Widerstand in der Röhre konnte die Druckhöhe nur um $\frac{3}{4}$ bis $1\frac{1}{7}$ Zoll vermindern, also aufser Acht gelassen und die gesammte Wasserhöhe ohne Weiteres für die Druckhöhe auf die Ausmündung angenommen werden. Die Resultate von 6 Versuchen, mit Ausmündungen von 6 Linien Durchmesser, so wie eines der Versuche von *Bossut* (Hydrodyn. §. 607.) zeigt die folgende Tafel.

93.

| | Höhe in Fufsen. | | Unterschied der Höhen. | Verhältnifszahlen. | | $\mu$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Des Drucks. | Des Strals. | | Des Unterschiedes. | Des Quadrats der Drucklöhe. | |
| 1. | 36,64 | 33,11 | 3,53 | 1,000 | 1,000 | 0,00264 |
| 2. | 36,16 | 32,82 | 3,24 | 0,951 | 0,974 | 0,00257 |
| 3. | 27,01 | 25,07 | 1,94 | 0,549 | 0,543 | 0,00270 |
| 4. | 25,27 | 23,64 | 1,63 | 0,464 | 0,476 | 0,00257 |
| 5. | 12,77 | 12,43 | 0,34 | 0,098 | 0,121 | 0,00214 |
| 6. | 5,70 | 5,57 | 0,13 | 0,031 | 0,024 | 0,00333 |
| 7. | 11.37 | 10,89 | 0,48 | 0,134 | 0,097 | 0,00367 |

Aus der Reihe der in der Tafel vermerkten Verhältnifszahlen folgt, dafs die Sprunghöhe ungefähr nach dem Quadrat der Wasserhöhe im Behälter abnimmt, so dafs, wenn man durch $h$ die Wasserhöhe und durch $h_1$ die Sprunghöhe bezeichnet,

$$94. \quad h_1 = h - \mu h^2$$

ist. Der Coëfficient $\mu$ ist derjenige in der Tafel (93.). Sein mittler Werth für die *Mariotte*schen Versuche ist 0,00264; bei dem *Bossut*schen Versuch ist er 0,00367. Obgleich aller Wahrscheinlichkeit nach die *Mariotte*schen Versuche die genauesten sind, so kann man doch, um nicht zu wenig zu rechnen, $\mu = 0{,}00314$, also

$$95. \quad h_1 = h - 0{,}00314h^2 = h(1 - 0{,}0314h)$$ in Preufs. Fufsen

setzen. [Oder auch kürzer

$$96. \quad h_1 = h\left(1 - \frac{h}{320}\right).$$

Die Formel pafst aber offenbar für sehr hohe Stralen sehr wenig; denn für 320 F. Druckhöhe würde sie $h_1 = 0$ geben; für 160 F. Druckhöhe schon nur $h_1 = \frac{1}{2}h$; was offenbar nicht richtig ist. D. H.]

226. Die *dicken* Stralen steigen unter gleicher Druckhöhe höher, als die *dünnen*. Denn da sie mehr Masse haben, so vermindert der Widerstand ihre Geschwindigkeit weniger kräftig und *theilt* weniger den Stral.

*Bossut* erhielt unter seinen 11,37 F. Druckhöhe einen 10,89 F. hohen Stral aus einer Mündung von 8,26 Linien. Aus einer Mündung von 2,06 Linien sprang der Stral nur noch 10,39 F. hoch. *Mariotte* erhielt unter 25,27 F. Druckhöhe einen 23,64 F. hohen Stral von 6 Linien im Durchmesser: ein 3 Linien dicker Stral sprang nur noch 22,94 F. hoch. Der Unterschied ist hier noch nicht beträchtlich, und er ist ganz unbedeutend, wenn die Stralen unter 6 F. hoch und nicht unter 3 Linien dick sind. Aber von sehr dünnen Stralen, unter *grofser* Druckhöhe, ist die Sprunghöhe bedeutend kleiner. *Mariotte* fand für einen 1 Linie dicken Stral unter 4,65 F. Druckhöhe einen Unterschied von 6,1 Zoll, unter 14,5 F. Druckhöhe einen Unterschied von 37,1 Z., und unter 28 F. Druckhöhe einen Unterschied von 7,3 F.

### Wirkung der Mundstücke.

227. Bei den oben beschriebenen Versuchen sprangen die Stralen aus kreisförmigen Mündungen in *dünnen Scheiben*. Diese Mündungen gaben die gröfsten Sprunghöhen und den reinsten Stral. Er zeigt sich zuweilen wie eine feste Masse von dem durchsichtigsten Crystall. Auch bedient man sich vorzugsweise dieser Mündungen, wenn es nur auf die Höhe und die Schönheit des Strals ankommt.

Am wenigsten passend zu diesem Zweck sind die *cylindrischen* Mundstücke. Sie vermindern die Geschwindigkeit in dem Verhältnifs von 1 zu 0,82 und folglich die Höhe des Strals in dem Verhältnifs des Quadrats dieser beiden Zahlen, also im Verhältnifs von 1 zu 0,67, mithin um etwa ein Drittheil, und geben also einen Stral, welcher nur zwei Drittheil der Höhe desjenigen hat, der durch eine dünne Scheibe emporspringt. Aufserdem noch zerstreut sich hier der Stral eher, und zeigt sich trübe.

Die *kegelförmigen* Mundstücke vermindern die Geschwindigkeit nur auf 0,85 oder 0,95 und also die Höhe in dem Verhältnifs von 1 zu 0,72 oder 0,90. Die Stralen sind aber an der Mündung dicht und durchsichtig.

### Höhe und Sprungweite schräger Stralen.

228. Sehr häufig springen die Stralen *schräg*. Sie beschreiben alsdann eine krumme Linie (Fig. 44.), deren Höhe $CD$ und Weite $AB$ man zu wissen verlangen kann.

Ohne den Widerstand der Luft würde die Curve eine Parabel sein. Auch ist sie das unter Druckhöhen von 3 bis 6 F. so ziemlich wirklich. Aber unter gröfsern Druckhöhen weicht sie von dieser Gestalt schon merklich ab: die Sprunghöhe ist um etwas, jedoch nicht um viel, geringer, als sie nach der genauen parabolischen Gestalt würde sein müssen.

Wenn man den Coëfficienten der Geschwindigkeit für ein kegelförmiges Mundstück durch $n$ bezeichnet, so dafs $nv$ die wirkliche Ausflufs-Geschwindigkeit ist, so ist die dieser Geschwindigkeit entsprechende Höhe $n^2h$ die Wurfkraft. $h$ bezeichnet immer die Wasserhöhe. Ist nun $\varepsilon$ der Neigungswinkel des Mundstücks oder der Wurfwinkel, so ist, wenn man $AB$ zur Abscisse nimmt, die Gleichung der durch den Wurf beschriebenen Parabel

$$97. \quad y = x \operatorname{tang} \varepsilon - \frac{x^2}{4n^2 h \cos \varepsilon}$$

(*Poisson* Mechanik §. 208.).

229. Bezeichnet nun $A$ die Wurfweite oder die Abscisse $x$ für $y = 0$, so erhält man aus (97.), da $\operatorname{tang} \varepsilon = \frac{\sin \varepsilon}{\cos \varepsilon}$ ist,

$$98. \quad A = 4n^2 h \sin \varepsilon \cos \varepsilon = 2n^2 h \sin 2\varepsilon.$$

230. Die Hälfte $AC$ dieser Wurfweite für $x$ in die Gleichung (97.) der Curve gesetzt, giebt für die Ordinate $CD = E$ oder für die Sprunghöhe,

$$99. \quad E = n^2 h \sin \varepsilon^2.$$

### Allgemeine Aufgabe von springenden Stralen.

231. Dieselbe besteht darin: den Stral zu finden, der, von einem bestimmten Punct sich erhebend, eine bestimmte Menge Wasser auf eine bestimmte Höhe und Weite wirft. Es wäre also die Art, Neigung und der Durchmesser der Mündung zu suchen, wenn nemlich dadurch, dafs der

Punct der Mündung bestimmt ist, die Wasserhöhe oder die Tiefe der Mündung unter dem Wasserspiegel im Behälter gegeben ist. Man wird zunächst den Widerstand zu berechnen haben, den das Wasser erleidet, bis es zu der Mündung des Strals gelangt. Dieser Widerstand ist von der Wasserhöhe abzuziehen und läfst dann die Druckhöhe $h$ übrig. $Q$, $A$ und $E$ sind nun gegeben und es sind $\varepsilon$, $n$ und $d$ zu suchen. $d$ bezeichnet den Durchmesser der Mündung.

Aus (98. und 99.) folgt

$$100. \qquad \frac{4E}{A} = \frac{4n^2 h \sin\varepsilon^2}{4n^2 h \sin\varepsilon\cos\varepsilon} = \operatorname{tang}\varepsilon.$$

Dieses also ist der Neigungswinkel des Wurfs.

Setzt man den Werth von $\sin\varepsilon$ aus (100.) in (99.) oder (98.), so findet man $n$ und daraus das Mundstück, welches hier passend ist.

Daraus findet sich dann weiter [nach einer vom Verfasser in §. 50. für die verschiedenen Mundstücke gegebenen Tafel] der Wasser-Erguſs $Q$, und aus diesem $d$.

Beispiel an einer Wassergarbe.

232. Es werde ein Stralenbündel oder eine *Wassergarbe* verlangt, die 70 Wasserzolle oder 0,524 C. F. Wasser in der Secunde ausströme. In der Mitte der Garbe soll ein senkrechter Stral sein, und um ihn herum, in zwei centrischen Ringen, sollen 16 geneigte Stralen sein, die beim Zurückfallen ungefähr die Gestalt einer Halbkugel bilden. [Sie sollen also, scheint es, das Wasser *nach innen* werfen. D. H.] Der Ort der Wassergarbe liege 29,11 F. unter dem Wasserspiegel im Behälter, und der Verlust an Wasserhöhe sei 4,85 F., so dafs 24,26 F. Druckhöhe bleiben.

Den senkrechten Stral in der Mitte lasse man durch eine Oeffnung in einer dünnen Scheibe springen, weil es gut ist, dafs er stärker sei, als die andern, und gebe ihm 6 Wasserzolle oder 0,045 C. F. Wasser in der Secunde. Die Höhe, welche er erreicht, würde nach der Formel (95.), für welche hier $h = 24{,}26$ ist, ungefähr 22,64 F. sein. Da die schrägen Stralen ungefähr eine Halbkugel bilden sollen, so wird man ihnen 22,64 F. Wurfweite zu geben haben und der ersten Reihe Stralen 19,41, der andern Reihe 16,17 F. Höhe. Jeder Stral in der ersten Reihe wird $4\frac{1}{2}$, jeder in der andern Reihe $3\frac{1}{2}$ Wasserzoll auszuwerfen haben. Nach diesen Bestimmungen habe ich die Wassergarbe auf dem Carmeliterplatz zu Toulouse machen lassen.

Für den Durchmesser der Mündung des mittlern senkrechten Strals findet man

$$101. \quad D = \sqrt{\left(\frac{Q}{4m\pi\sqrt{(gh)}}\right)} = 7{,}06 \text{ Linien.}$$

Für jeden der schrägen Stralen in der ersten Reihe

$$102. \quad \text{tang}\,\varepsilon = \frac{4.6}{7}, \quad \text{also} \quad \varepsilon = 73 \text{ Gr. } 45 \text{ Min.} \quad \text{und} \quad n = 0{,}932.$$

Für diesen Coëfficienten mufs das kegelförmige Mundstück eine Verjüngung von etwa 7 Gr. haben, und der zugehörige Erguſs-Coëfficient ist 0,93. Dieses giebt für den Durchmesser der Oeffnungen 5,37 Linien. Die Mundstücke der geneigten Stralen in der ersten Reihe müssen also 5,47 Linien im Durchmesser, 7 Gr. Verjüngung und $73\frac{3}{4}$ Gr. Neigung haben. Durch ganz ähnliche Rechnungen findet man für die Mundstücke der geneigten Stralen in der zweiten Reihe 4,45 Linien Durchmesser, 2 Gr. Verjüngung und einen Neigungswinkel von 70 Gr. 43 Min.

Um die Mundstücke der geneigten Stralen passend anzubringen, macht man eine messingene, 5,96 Linien dicke Platte, in Form einer sphärischen Kappe von 19 Z. Durchmesser. Diese Kappe ist der Deckel der Büchse oder, nach dem Ausdruck der Röhrenmeister, der Stamm (souche), aus welchem die Stralen springen. Der Büchse kann man die Form eines Cylinders von etwa $11\frac{1}{2}$ Z. Durchmesser und eben so viel Höhe geben. Aus der Mitte oder dem Gipfel der Kappe, als Mittelpunct, beschreibt man mit einem Halbmesser von 5,4 Z., also in 16 Gr. 15 Min. Abstand, dem Complemente der Neigung, welche die Stralen in der ersten Reihe haben sollen, einen Kreis, auf welchen die 8 Mundstücke in gleichen Entfernungen von einander und genau in der Richtung des Halbmessers der sphärischen Kappe gesetzt werden. Für die 8 Mundstücke der zweiten Reihe beschreibt man mit 6,40 Z. oder 19 Gr. 17 Min. Halbmesser einen andern Kreis, und setzt die Mundstücke darauf so, dafs jedes zwischen je zwei der ersten Reihe trifft.

Die einen und die andern bestehen aus kleinen brozenen Cylindern von $13\frac{3}{4}$ Linien im Durchmesser und eben so lang. Sie werden der Länge nach in der gehörigen Weite und Verjüngung durchbohrt. Die letzte findet man aus den Durchmessern der Ein- und Ausmündung und aus der Länge, welche mehr als das Doppelte des letztern Durchmessers sein mufs. Ist diese Länge so beträchtlich, dafs das Mundstück über die Dicke des Deckels der

Kappe, und also bis in sie hineinreicht, so mufs die Dicke des Mundstücks um die Oeffnung herum wenigstens 3 Linien sein, damit keine neue Zusammenziehung des Strals und kein Verlust an Wasser-Erguſs entstehe. Die Seitenfläche der Mundstücke wird schraubenförmig geschnitten, damit die Mundstücke in die Löcher mit Schraubenmuttern, die man in die Kappe gemacht hat, hineingeschraubt werden können. Das obere Ende der Mundstücke mufs, gleich einem Nagel, einen Kopf mit gröfserm Durchmesser als den des Körpers des Mundstücks haben. An dem Rande sind zwei Ausschnitte, um die Mundstücke mittels eines Schraubenschlüssels ein- und ausschrauben zu können. Das Mundstück für den mittlern Stral, obgleich in einer dünnen Scheibe, mufs ebenfalls, in einem auf die Büchse aufgeschraubten Stücke, aus Bronze sein. [Es wäre wohl zu dieser Beschreibung eine Zeichnung zu wünschen gewesen. Sie scheint, so wie sie ist, nicht deutlich genug zu sein. D. H.]

Ende des 4ten Capitels und des 2ten Abschnitts des Buchs.

---

## Einige Anmerkungen des Herausgebers dieses Journals.

1. Von allen den verschiedenen Hindernissen oder Widerständen, welche in Röhren die Bewegung des Wassers findet, ist der Widerstand der *Röhrenwände* bei weitem der beträchtlichste. *D'Aubuisson* kommt auf diesen Umstand an mehreren Stellen der obigen Abhandlung, namentlich in (§. 195. 196. 198. und 216.). Das Beispiel in (§. 222. IV.) weiset ihn recht auffallend nach. Der Widerstand der Röhrenwände war hier an *60 mal* so grofs, als der Widerstand dessen, was der Verfasser das *Schöpfen* der Zweigröhren (érogation) nennt, und über *3000 mal* so grofs, als der Widerstand in den Biegungen der Röhren. Da auf solche Weise der überwiegende Betrag des Widerstandes der Röhrenwände aufser Zweifel zu sein scheint, um so mehr, da die andern Widerstände durch gute Anordnung einer Röhrenleitung, nemlich durch Vermeidung der Verengungen, durch grofse Halbmesser der Krümmungen und durch angemessene, die Contraction der Wasserstralen vermindernde Einmündungen der Röhren noch

verringert werden können, auch andrerseits die Schätzung dieser verschiedenen kleinen Widerstände immer nur so ungewifs ist, dafs man von ihnen eigentlich nicht viel mehr *gewifs* weifs, als dafs sie gegen den Widerstand der Röhrenwände unbeträchtlich sind, so kommt es eigentlich fast nur auf den Widerstand der Röhrenwände *allein* an, und man könnte am Ende die übrigen Widerstände bei einer angemessen eingerichteten Röhrenleitung recht gut *ganz* aufser Acht lassen.

Der Widerstand der Röhrenwände ist aber auch *sehr* grofs, und es vermindert durch *diesen* Widerstand eine Röhre den Wasser-Erguſs in der That in *hohem* Grade. In dem Falle (§. 193. I.) z. B. flossen durch eine $L = 1351$ F. lange, $D = 22{,}94$ Linien weite Röhre, unter $H = 51{,}93$ F. Druckhöhe, 96,1 C. Z. Wasser aus. Wäre die Röhre *nicht da* gewesen, sondern wäre das Wasser unmittelbar aus dem Behälter durch eine dem Querschnitt der Röhre gleiche Oeffnung von der Gestalt des zusammengezogenen Strals augeflossen, in welchem Fall sich die der Druckhöhe als freier Fallhöhe entsprechende Geschwindigkeit nur in dem Verhältnifs 0,968 vermindert haben würde, so hätten $0{,}968 . \frac{1}{4} D^2 \pi . 2\sqrt{gH} = 0{,}484 . 3{,}14 . \frac{22{,}94^2}{12^2} \sqrt{(15{,}625 . 12 . 51{,}93 . 12)} = 1898$ C. Z., also beinahe *zwanzigmal* so viel Wasser ausflieſsen müssen, als die *Röhre* ausströmte. Dieses eine Beispiel zeigt schon, wie *sehr* bedeutend der Widerstand der Röhrenwände ist, und wie sehr eine *lange* Röhre den Wasser-Erguſs vermindert.

2. Es kommt daher bei Röhrenleitungen gar sehr auf ein Mittel oder auf einen Ausdruck an, durch welchen sich der Widerstand der Röhrenwände und der Wasser-Erguſs oder die Ausfluſs-Geschwindigkeit durch Röhren von gegebener Länge, von gegebenem Durchmesser und unter gegebener Druckhöhe, mit möglichster Sicherheit im Voraus schätzen lassen möge; denn die *Kosten* der Röhren nehmen nicht etwa bloſs im Verhältnifs ihres Durchmessers, sondern in noch stärkerem Verhältnifs zu, weil *weitere* Röhren auch *dickere Wände* haben müssen; so dafs es also für die Kosten ganz bedeutend ist, die Röhren so enge zu machen, als der verlangte Wasser-Ausfluſs es zuläſst.

*D'Aubuisson* nimmt hier oben die Geschwindigkeit $v$ des Wassers in Fufsen, in einer $L$ F. langen und $D$ F. weiten Röhre, unter $H$ F. Wasserhöhe, aus der Formel

$$H = \left(0{,}016 + 0{,}00043\,\frac{L}{D}\right)v^2 + 0{,}00043\,.\,0{,}175\,\frac{L}{D}v \quad (10.) \text{ oder}$$

$$103. \quad H = 0{,}00043\left(\frac{L}{D} + 37{,}2\right)v^2 + 0{,}00007525\,\frac{L}{D}v.$$

*Eytelwein* nimmt sie in dem „Handbuch der Mechanik fester Körper und der Hydraulik, 3te Auflage, Leipzig 1842," (S. 169) aus der Formel

$$104. \quad H = 0{,}000485\left(\frac{L}{D} + 50\right)v^2.$$

*Hagen* hält in dem „Handbuch der Wasserbaukunst, 1ster Theil, Königberg in Preufsen 1841," (S. 220) die Formel

$$105. \quad H = 0{,}000417\,\frac{L}{D}v^{\frac{7}{4}}$$

für die beste.

Die drei Formeln weichen von einander am Ende nicht sehr ab; wenigstens nicht für verhältnifsmäfsig *bedeutend lange* Röhren; was wohl insbesondere daher kommt, dafs alle drei so ziemlich *denselben* Erfahrungen bei Versuchen angepafst worden sind. Allein von diesen Versuchen sind viele nur im Kleinen angestellt; und ob die Resultate, welche die Formeln geben, in Fällen, die von denen der Versuche *sehr* verschieden sind, nicht *sehr* an der Wirklichkeit abweichen werden, bleibt fraglich. Die Formel (105.) kann insbesondere nur für Röhren von einiger Länge gelten; denn für $L = 0$ würde sie ein unendlichgrofses $v$ geben. In der That setzt auch eigentlich *Hagen* (S. 219)

$$106. \quad H = 0{,}00025\left(\frac{L}{D} + 96\,v^{\frac{1}{4}}\right)v^{\frac{7}{4}};$$

welches dann mit (104.) für $L = 0$ fast ganz übereinkommt. Für sehr lange Röhren, oder für ein sehr grofses $L$, reduciren sich die drei Formeln (103. 104. und 105.) auf

$$H = 0{,}00043\,\frac{L}{D}v^2 + 0{,}00007525\,\frac{L}{D}v \text{ oder}$$

$$107. \quad H = 0{,}000430\,\frac{L}{D}v^2\left(1 + 0{,}175\,\frac{D}{L}v\right),$$

$$108. \quad H = 0{,}000485\,\frac{L}{D}v^2 \text{ und}$$

$$109. \quad H = 0{,}000417\,\frac{L}{D}v^{\frac{7}{4}}.$$

3. Alle diese drei Ausdrücke gehen mehr oder weniger von *Schlüssen* aus, und passen die aus diesen Schlüssen sich ergebenden Resultate,

rücksichtlich der constant angenommenen Zahlen-Coëfficienten, der Erfahrung bei Versuchen an.

Die Schlüsse sind bei *Eytelwein*, dafs sich der Widerstand der innern Fläche der Röhrenwände wie die Gröfse dieser Fläche, oder, was dasselbe ist, wie Durchmesser und Länge, ferner, umgekehrt wie der Querschnitt, also umgekehrt wie das Quadrat des Durchmessers und dann wie das Quadrat der Geschwindigkeit verhalte: letzteres, weil bei $m$facher Geschwindigkeit $m$mal so viele Wassertheile in $\frac{1}{m}$ der Zeit von der Röhrenwand losgerissen werden müssen; so dafs also, mit andern Worten, die Widerstandshöhe ein *constantes* $n$fache von $\frac{DLv^2}{D^2}$ sei und folglich durch

$$110. \quad n\frac{L}{D}v^2$$

ausgedrückt werde, wo nun der constant angenommene Coëfficient $n$ aus der Erfahrung berechnet wird.

Auf die *D'Aubuisson*sche Formel (103.) würden *im wesentlichen* noch dieselben Schlüsse passen; nur mit dem Unterschiede, dafs hier die Widerstandshöhe nicht sowohl durch $n\frac{L}{D}v^2$, als vielmehr durch

$$111. \quad n\frac{L}{D}(v^2 + n_1 v)$$

würde ausgedrückt werden.

Für die *Hagen*sche Formel (106.) würde die Widerstandshöhe in der Form

$$112. \quad n\frac{L}{D}(v^{\frac{7}{4}} + n_1 v^2)$$

ausgedrückt werden müssen.

Die Richtigkeit, wenigstens *eines Theils* der obigen Schlüsse, die den Ausdrücken *ihre Form* geben, ist allerdings ganz *wahrscheinlich*, und zum Theil sogar fast *gewifs;* und die Uebereinstimmung der Ergebnisse der nach den Schlüssen geformten Ausdrücke, auch noch mit den Resultaten in andern Fällen, die von denen der Versuche, aus welchen die Formeln die *Zahlen-Coëfficienten* nehmen, nicht sehr verschieden sind, macht die Wahrscheinlichkeit noch gröfser. Da man indessen, wie vorhin bemerkt, nicht wissen kann, ob die Resultate in Fällen, die von denen, auf welche sie ziemlich gut passen, entfernter sind, nicht bedeutend von der Wirklichkeit abweichen werden, so sind die Formeln keinesweges *sicher*, und zwar gerade

am wenigsten durch die *Schlüsse*, aus welchen sie ihre *Form* herleiten; denn diese Schlüsse gehen im Grunde doch nur von *Hypothesen* aus.

Dafs nemlich die Widerstandshöhe sich wie die Gröfse der innern Röhrenwandfläche verhalte, hat allerdings einen Grad von Wahrscheinlichkeit, der fast an *Gewifsheit* grenzt. Aber schon der Schlufs, dafs der Widerstand im umgekehrten Verhältnifs des Querschnitts der Röhre stehe, weil dann so viel mehr Wassertheile vorhanden seien, und also jedes einzelne Wassertheilchen weniger Widerstand in seiner Bewegung finde, beruht doch nur erst auf der willkürlichen Voraussetzung, dafs *alle* Wassertheile die Wände der Röhre berühren; was gleichwohl nicht der Fall ist. Man könnte, wie es scheint, eben sowohl auch annehmen, dafs sich die Widerstandshöhe nicht umgekehrt wie der *Querschnitt*, sondern umgekehrt wie der *Umfang* der Röhre verhalte; denn nur die Wassertheilchen am *Umfange* erfahren den Widerstand der Wände. Endlich beruht auch der Schlufs: die Widerstandshöhe verhalte sich wie das Quadrat der Geschwindigkeit, nur ganz auf einer Hypothese, und die Widerstandshöhe kann auch vielleicht eben sowohl eine *andere* Function der Geschwindigkeit sein. In der That mufsten *D'Aubuisson* und *Hagen* die Wirkung der Geschwindigkeit nicht in der Form $v^2$, sondern in der Form $v^2 + n_1 v$ oder $v^{\frac{7}{4}} + n_1 v^2$ einführen, um ihren Formeln den ihnen vorliegenden Erfahrungen anzupassen.

Und dann könnte es sich ja auch wohl möglicherweise mit der Wirkung der Röhrenwände auf die Bewegung des Wassers noch *ganz* anders verhalten. Jetzt nemlich nimmt man überhaupt an, der Widerstand von Flächen, an welchen *Wasser* hinfliefst, sei von *ganz* anderer Art, als der Widerstand von Flächen, an welchen ein *fester Körper* sich hinbewegt, oder als die *Reibung*. Aber auch das ist doch schon wieder nur Hypothese, und man sieht eben nicht, woher der *gänzliche* Unterschied kommen sollte. Wäre nun aber der Widerstand von festen Flächen gegen das fliefsende *Wasser* der *Reibung* auch nur *ähnlich*, so würde die Kraft, mit welcher die Wassertheilchen an die Fläche *angedrückt* werden (hier die piézometrische Druckhöhe) nicht aufser Acht gelassen werden dürfen; und dieses würde dann die *Form* der Ausdrücke *gänzlich* verändern. Aber *wie* dann hinwiederum die Wirkung der *Druckhöhe* in die Formeln einzuführen sei, und wie die Wirkung der *Geschwindigkeit:* darüber würden sich immer *wieder* nur Hypothesen machen lassen.

4. Es lassen sich in der That in complicirten Fällen der Wirklichkeit gleichsam fast eben so wie die *Zahlen-Coëfficienten* den Versuchen, auch *Schlüsse* den Erfahrungen *fast nach Belieben* anpassen. Es findet sich immer irgendwo ein Scheingrund für Schlüsse, wie sie gerade nöthig sind, um das Resultat zu geben, welches man verlangt. Folgendes einfache Beispiel, auch aus der Hydraulik, wird vielleicht nicht ohne Interesse sein.

Man weifs nemlich, und unzählige Erfahrungen bestätigen es, dafs die mittlere Geschwindigkeit der Wassertheile, die durch eine Oeffnung im Boden eines gegen die Oeffnung sehr grofsen, stets in gleicher Höhe mit Wasser gefüllten Behälters ausfliefsen, so grofs ist, als die Geschwindigkeit, welche ein Körper erlangen würde, der von dem Wasserspiegel im Behälter bis in die Oeffnung frei herabfiele; und zwar mufs man hier statt auf die Oeffnung selbst, auf den Querschnitt der gröfsten Zusammenziehung des ausströmenden Strals rechnen. Dafs dem so *sei*, ist *gewifs:* aber die mathematische Begründung aus den Gesetzen der Bewegung, dafs dem so sein *müsse*, ist wohl schwerlich schon gefunden und auch schwerlich zu finden möglich: denn dazu müfste man die Wirkung der Wassertheile aufeinander, mit Rücksicht auf ihr *Aneinanderhängen* und ihre *Reibung*, die daraus folgenden verschiedenen Wege der Wassertheile u. s. w. kennen: von dem allen aber weifs man *Nichts:* man weifs nicht einmal, ob man die Wassertheile als Kugeln, oder als Parallelepipeden, oder wie sonst zu betrachten habe. Die künstlichsten Rechnungen, welche man hier anstellen mag, gehen immer wieder nur von *Hypothesen* aus; und selbst je weiter sie in die Grundgesetze der Bewegung zurückgreifen und je weiter sie ihre Hypothesen nach den Quellen der Bedingungen hin verlegen, um so unsicherer sind die Resultate.

Aber wenn es auf Schlüsse, von Hypothesen ausgehend, ankommt, deren Resultat mit der Wirklichkeit zusammentreffen *soll*, so lassen sie sich nach Belieben finden. *Eytelwein* giebt z. B. in dem obengedachten Werke über die Hydraulik (3te Auflage S. 76) den Versuch eines Beweises, dafs sich die Geschwindigkeit des unter constanter Druckhöhe ausströmenden Wassers wie die Quadratwurzel der Druckhöhe *verhalten* müsse. Wenn man nemlich die Wassersäulen $h$ und $H$, über zwei gleich grofsen Oeffnungen, als die bewegenden Kräfte und die in der Zeit $t$ mit den Geschwindigkeiten $c$ und $C$ ausgeflossenen Wassermassen als die bewegten Massen

betrachtet, so sind die beschleunigenden Kräfte $\frac{h}{tc}$ und $\frac{H}{tC}$. Nun verhalten sich die beschleunigenden Kräfte wie die von ihnen in gleichen Zeiten hervorgebrachten Geschwindigkeiten: also verhält sich $\frac{h}{tc}:\frac{H}{tC} = c:C$, und daraus folgt $h:H = c^2:C^2$ oder $c:C = \sqrt{h}:\sqrt{H}$; welches der Satz ist, wie ihn die Erfahrung giebt. Man könnte auch sogar noch weiter gehen und auf ähnliche Art selbst zu beweisen suchen, dafs *geradezu* die Geschwindigkeit $c$ des unter der Wasserhöhe $h$ ausströmenden Wassers $= 2\sqrt{(gh)}$ sein müsse, ganz wie es in der Wirklichkeit der Fall ist, und zwar auf zweierlei Art.

*Erstlich* nemlich folgt, dafs, wenn man sich vorstellt, die Wassertheilchen bewegten sich, frei fallend vom Wasserspiegel an bis in die Ausfluſs-Oeffnung hinab, dazu eine Zeit $t = \sqrt{\frac{h}{g}}$ nöthig sei; denn nach den Grundgesetzen der Bewegung eines Körpers, der von einer *constanten* Kraft, wie es die Schwere ist, getrieben wird, ist $t^2 g = h$. Die Geschwindigkeit $v$ eines fallenden Körpers wächst nun *gleichförmig;* denn es ist $v = 2gt$. Die *mittlere* unter den verschiedenen Geschwindigkeiten $v$ wird also hier $\frac{1}{2}c$ sein; denn $v$ fängt von 0 an und ist in der Ausfluſs-Oeffnung $= c$. Mit der Geschwindigkeit $\frac{1}{2}c$, gleichförmig sich bewegend, durchläuft also ein Körper, ebenfalls in der Zeit $t$, hier die Höhe $h$, und folglich ist $\frac{1}{2}ct = h$. Das Resultat würde aber hier beim Ausflusse des Wassers dasselbe sein, wenn alle Wassertheile, die ausströmen, statt mit der Geschwindigkeit 0 anzufangen und bis zu der Geschwindigkeit $c$ zu gelangen, *gleichförmig* mit der Geschwindigkeit $\frac{1}{2}c$ sich durch die Höhe $h$ bewegten. Setzt man also den obigen Werth $\sqrt{\frac{h}{g}}$ von $t$ in die Gleichung $\frac{1}{2}ct = h$, so ergiebt sich $\frac{1}{2}c\sqrt{\frac{h}{g}} = h$, und daraus $c^2 h = 4gh^2$ oder $c = 2\sqrt{(gh)}$; wie es sein muſs.

*Zweitens.* Man betrachte $h$ als die bewegende Kraft. Die bewegte Masse kann man durch $\frac{1}{2}ct$ ausdrücken; denn dies ist die mit der *mittlern* Geschwindigkeit ausströmende Wassermasse. Die beschleunigende Kraft ist also $\frac{h}{\frac{1}{2}ct} = \frac{2h}{ct}$. Nun bringt die beschleunigende Kraft 1 in der Zeit $t$ die Geschwindigkeit $2gt$, also die obige beschleunigende Kraft $\frac{2h}{ct}$

in derselben Zeit die Geschwindigkeit $c$ hervor. Die von zwei verschiedenen constanten beschleunigenden Kräften in gleichen Zeiten $t$ hervorgebrachten Geschwindigkeiten verhalten sich aber wie diese Kräfte. Also ist $1 : \frac{2h}{ct} = 2gt : c$, woraus $c = \frac{4gh}{c}$ oder $c = 2\sqrt{(gh)}$ folgt; wie es sein soll. Es scheint zwar, man müsse hier die bewegte Masse nicht $= \frac{1}{2}ct$, sondern $= ct$ setzen; denn so viel Wasser strömt wirklich aus: aber dagegen liefse sich wieder sagen, dafs die Wirkung der beschleunigenden Kraft in der *Hervorbringung* der Geschwindigkeit bestehe, von welcher die Ausströmung erst die Folge sei; daher müsse man nicht die gröfste Geschwindigkeit $c$, sondern, statt der verschiedenen *gleichförmig* wachsenden Geschwindigkeiten $v$, von 0 bis $c$, die *mittlere* Geschwindigkeit $\frac{1}{2}c$ in Rechnung bringen.

Aber dafs alle diese Schlüsse blofs von Hypothesen ausgehen, ist offenbar. Denn die Wassertheile fallen keinesweges frei herunter, sondern wirken auf- und gegeneinander. Wie es komme, dafs die Geschwindigkeit in der Oeffnung dennoch wirklich so grofs ist, als fielen die Wassertheilchen frei von der Höhe $h$ herab, läfst sich nicht sagen.

5. Durch die zufällige Richtigkeit des Ergebnisses der so eben auseinandergesetzten Ansichten von dem Verhalten des Ausflusses des Wassers durch eine Oeffnung im Boden eines Behälters könnte man versucht werden, ähnliche Ansichten auch auf den Fall anzuwenden, wenn das Wasser von dem Behälter ab erst durch eine Röhre fliefst, ehe es die Ausflufs-Oeffnung am Ende dieser Röhre erreicht, deren Gröfse dann auch von dem Querschnitt der Röhre verschieden sein kann.

Dieses würde sich auf verschiedene Weise thun lassen und würde Folgendes geben. Es sei nemlich, wie bei *D'Aubuisson*, $H$ die Wasserhöhe, $L$ die Länge der Röhre, $D$ ihr Durchmesser, $d$ der Durchmesser der Ausflufs-Oeffnung, $v$ die Geschwindigkeit des Wassers in der Röhre, $M$ der Wasser-Erguls in einer Secunde und $g$ die freie Fallhöhe in der ersten Secunde. Ferner sei noch $w$ die Geschwindigkeit des Wassers in der Ausflufs-Oeffnung, $c$ die der freien Fallhöhe $H$ entsprechende Geschwindigkeit und $\varepsilon$ der Betrag des *Widerstandes* der Röhrenwände auf die *Einheit* der Fläche, der Geschwindigkeit und der Druckhöhe.

Man könnte dann wie folgt schliefsen.

I. Der Druck des Wassers auf die Ausflufs-Oeffnung, welcher die

*bewegende Kraft* sein würde, ist $\frac{1}{4}\pi d^2 H$; nicht $\frac{1}{4}\pi D^2 H$; denn von der Wassersäule $\frac{1}{4}\pi D^2 H$, die auf den Querschnitt der *Röhre* drückt, ist nur der Theil $\frac{1}{4}\pi d^2 H$ wirksam; der übrige Theil wird durch die Festigkeit der Wände der Röhre vernichtet.

Nimmt man nun zuerst auf die gewöhnliche Weise an, der Widerstand der Röhrenwände verhalte sich wie die innere Fläche der Röhre und wie das Quadrat der Geschwindigkeit des Wassers in der Röhre, oder auch, was für Letzteres dasselbe ist, wie die dieser Geschwindigkeit entsprechende freie Fallhöhe $\frac{v^2}{4g}$, so würde sich die *bewegende* Kraft des Widerstandes durch $\frac{\varepsilon\pi DL.v^2}{4g}$ ausdrücken lassen. Dafs man gewöhnlich annimmt, der Widerstand der Röhrenwände verhalte sich auch noch umgekehrt wie der Querschnitt der Röhre, ist auf gewisse Weise nichts anderes, als dafs man die *beschleunigende* Kraft der Druckhöhe in Rechnung zu bringen sucht. Das letztere geschieht hier durch den Ausdruck der bewegten Masse selbst. Es wäre also für die *bewegende* Kraft des *Widerstandes* $\frac{\varepsilon\pi DLv^2}{4g}$ anzusetzen und es blieben für die bewegende Kraft der Druckhöhe $\frac{1}{4}\pi d^2 H - \frac{\varepsilon\pi DL.v^2}{4g}$ übrig.

Die bewegte Masse ist das in der beliebigen Zeit $t$ durch die Röhre strömende Wasser, also $= \frac{1}{4}\pi D^2 vt$. Da man aber, auf die Weise, wie in (§. 4. *Zweitens*), nur auf die *mittlere* Geschwindigkeit $\frac{1}{2}v$ zu rechnen hat, so wäre die *bewegte Masse* nur $\frac{1}{8}\pi D^2 vt$.

Demnach wäre also die *beschleunigende* Kraft für die Bewegung in der Röhre, die durch $z$ bezeichnet werden mag,

$$113. \quad z = \frac{\frac{1}{4}\pi d^2 H - \frac{\varepsilon\pi DLv^2}{4g}}{\frac{1}{8}\pi D^2 vt} = \frac{4(gHd^2 - \varepsilon DLv^2)}{2gD^2 vt}$$

oder auch, da

$$114. \quad v = \frac{d^2}{D^2} w$$

ist,

$$115. \quad z = \frac{4\left(d^2 Hg - \varepsilon DL.\frac{d^4}{D^4}w^2\right)}{2gd^2 wt} = \frac{4\left(Hg - \frac{\varepsilon L d^2}{D^3}w^2\right)}{2gwt}.$$

Wäre der Widerstand $\varepsilon = 0$, so wäre in (115.) $z = \frac{2H}{wt}$; eben wie (§. 4. *Zweitens*).

Nun bringt die beschleunigende Kraft 1 der *Schwere* in der Zeit $t$ die Geschwindigkeit $2gt$ hervor: also ist die hier von der beschleunigenden Kraft $z$ hervorgebrachte Geschwindigkeit $= 2gzt$. Diese Geschwindigkeit ist aber hier keine andere als die Ausflufsgeschwindigkeit $w$: folglich wäre

$$116. \quad 2gzt = w,$$

und, wenn man aus (115.) den Werth von $z$ setzt,

$$w = \frac{4\left(Hg - \frac{\varepsilon L d^2}{D^3} w^2\right)}{w};$$

woraus $w^2 D^3 = 4gHD^3 - 4\varepsilon L d^2 w^2$, oder auch

$$117. \quad \varepsilon = \frac{D^3}{4Ld^2 w^2}(4gH - w^2)$$

folgt; oder auch, weil

$$118. \quad 4gh = c^2$$

ist,

$$119. \quad \varepsilon = \frac{D}{4Lw^2}(c^2 - w^2)\frac{D^2}{d^2} = \frac{D^2}{d^2} \cdot \frac{D}{4L}\left(\frac{c^2}{w^2} - 1\right).$$

Bezeichnet man die Wasserhöhe, welche unter der Druckhöhe $H$ durch eine Oeffnung vom Durchmesser $D$, unmittelbar am Behälter, ausfliefsen würde, durch $M_1$, so ist

$$120. \quad M_1 = \tfrac{1}{4}\pi D^2 c;$$

während

$$121. \quad M = \tfrac{1}{4}\pi d^2 w$$

ist: also ist

$$122. \quad \frac{c^2}{w^2} = \frac{M_1^2}{M^2} \cdot \frac{d^4}{D^4}$$

und in (§. 119.)

$$123. \quad \varepsilon = \frac{D^2}{d^2} \cdot \frac{D}{4L}\left(\frac{M_1^2 d^4}{M^2 D^4} - 1\right) = \frac{D}{4L}\left(\frac{M_1^2 d^2}{M^2 D^2} - \frac{D^2}{d^2}\right).$$

Für Röhren, die an der Ausflufsmündung ganz offen sind, ist $d = D$; also ist für diesen Fall

$$124. \quad \varepsilon = \frac{D}{4L}\left(\frac{M_1^2}{M^2} - 1\right).$$

Der unmittelbare Prüfstein für die gegenwärtigen Hypothesen und für die daraus hervorgehenden Formeln würde sein, dafs sie für alle $D$, $L$ und $M$ *eine und dieselbe Zahl* $\varepsilon$ geben müssen.

Nimmt man zunächst die Erfahrungen bei *D'Aubuisson* (§. 194. 40.), so ist $D = 22{,}94$ Linien, $L = 1351$ F., $M_1$, wie hier oben in (§. 2.)

berechnet, = 1898 C. Z. Für den *ersten* der 6 Versuche (40.) wäre $D = d$, und $M$ war nach der Erfahrung 96,1 C. Z. Also wäre für diesen Fall nach (123. oder 124.)

$$125. \quad \varepsilon = \frac{22{,}94}{4.144.1351}\left(\frac{1898^2}{96{,}1^2} - 1\right) = 0{,}0115.$$

Nimmt man den *letzten* der 6 Versuche in (§. 194.), so ist, weil der zusammengezogene Stral in Rechnung gebracht werden mufs, $d = 4{,}58.0{,}786 = 3{,}6$. $M$ war hier nach der Erfahrung = 4,58 C. Z. Also wäre für *diesen* Fall nach (123.)

$$126. \quad \varepsilon\frac{22{,}94}{4.144.1351}\left(\frac{1898^2.3{,}6^2}{45{,}8.22{,}94^2} - \frac{22{,}94^2}{3{,}6^2}\right) = 0{,}000116.$$

Anstatt dafs also $\varepsilon$ in (125.) dem $\varepsilon$ in (126.) *gleich* sein sollte, ist es an ***100 mal*** gröfser. Diese einzige Anwendung auf Ergebnisse der Erfahrung zeigt also schon, dafs die Hypothesen, aus welchen die Formel (123.) genommen wurde, *nicht* Statt finden können.

II. Anders könnte man wie folgt schliefsen. Wäre der Widerstand der Röhrenwände nicht vorhanden, so würde die *beschleunigende* Kraft, von welcher die Geschwindigkeit $w$ in der Ausflufs-Oeffnung hervorgebracht wird, die *Schwere*, und folglich = 1 sein. Setzt man nun, wie gewöhnlich, dafs sich der Widerstand der Röhrenwände wie die innere Fläche der Röhre und wie das Quadrat der Geschwindigkeit verhalte, so wäre die *bewegende* Kraft desselben für die in der Zeit $t$ bewegte *Masse*, welche $\frac{1}{4}\pi D^2 v t$ ist, $= \varepsilon\pi DLv^2 t$ zu setzen. Also wäre die *beschleunigende* Kraft des Widerstandes $= \frac{\varepsilon\pi DLv^2 t}{\frac{1}{4}\pi D^2 v t} = \frac{4\varepsilon Lv}{D}$ und folglich bliebe für die Bewegung des Wassers in der Röhre nur die beschleunigende Kraft $1 - \frac{4\varepsilon Lv}{D}$ übrig. Wäre nun der Widerstand der Röhrenwände nicht vorhanden, so würde die Geschwindigkeit in der Ausflufs-Oeffnung, von der beschleunigenden Kraft 1 der Schwere hervorgebracht, $c = 2\sqrt{(gH)} = \frac{D^2}{d^2}v$ sein. Hier, wo der Widerstand vorhanden ist und die beschleunigende Kraft $1 - \frac{4\varepsilon Lv}{D}$ die Geschwindigkeit $w$ hervorbringt, ist also

$$127. \quad w = c\left(1 - \frac{4\varepsilon Lv}{D}\right) = \left(1 - \frac{4\varepsilon Lv}{D}\right)2\sqrt{(gH)} = \frac{D^2}{d^2}v.$$

Aus dieser Gleichung folgt $Dw = c(D - 4\varepsilon Lv)$, also $\varepsilon = \frac{D(c-w)}{4cLv}$, oder, da $v = \frac{d^2}{D^2}w$ ist (114.),

$$128. \quad \varepsilon = \frac{D}{4cL}\cdot\frac{c-w}{w}\cdot\frac{D^2}{d^2} = \frac{D}{4L}\cdot\frac{D^2}{d^2}\left(\frac{1}{w}-\frac{1}{c}\right).$$

Durch den Wasser-Erguſs nach (120. und 121.) ausgedrückt, ist

$$\varepsilon = \frac{D}{4L}\cdot\frac{\frac{1}{4}\pi D^2}{M_1}\left(\frac{M_1}{M}\cdot\frac{d^2}{D^2}-1\right)\frac{D^2}{d^2} \quad \text{oder}$$

$$129. \quad \varepsilon = \frac{\pi D^3}{16 M_1 L}\left(\frac{M_1}{M}-\frac{D^2}{d^3}\right).$$

Für $D = d$ ist

$$130. \quad \varepsilon = \frac{\pi D^3}{16 M_1 L}\left(\frac{M^1}{M}-1\right).$$

Sind die gegenwärtigen Hypothesen richtig, so muſs wieder $\varepsilon$ für alle $D$, $L$, $M$ und $M_1$ denselben constanten Werth haben. Wendet man zuerst (130.) auf den ersten der 6 Versuche (§. 194. 40.) an, so ist $M_1 = 1898$ C. Z., $M = 96{,}1$ C. Z., $D = \frac{22{,}94}{12}$ Z., $L = 1351.12$ Z.; also würde nach (130.)

$$131. \quad \varepsilon = \frac{3{,}14.22{,}94^3}{16.1898.12^3.1351.12}\left(\frac{1898}{96{,}1}-1\right) = 0{,}00000083545$$

sein. Wendet man die Formel (129.) auf den 6ten Versuch (§. 194. 40.) an, so ist $M_1 = 1898$ C. Z., $M = 45{,}8$ C. Z., $D = \frac{22{,}94}{12}$ Zoll, $d = \frac{3{,}6}{12}$ Zoll, $L = 1351.12$ Z., also nach (129.)

$$132. \quad \varepsilon = \frac{3{,}14.22{,}94^3}{16.1898.12^3.1351.12}\left(\frac{1898}{45{,}8}-\frac{22{,}94^2}{3{,}6^2}\right) = 0{,}000000036537.$$

Auch hier sind die beiden $\varepsilon$ (131. und 132.) *bei weitem* nicht gleich, sondern das eine ist über 20 mal so groſs, als das andere. Folglich können auch die Voraussetzungen, welche die Formel (127.) liefern, *nicht* Statt finden.

Merkwürdig genug ist es übrigens, daſs die Formel (127.) auf einen dem *D'Aubuisson*schen (5. §. 185.) wenigstens rücksichtlich der *Geschwindigkeit* der Bewegung, der *Form* nach ähnlichen Ausdruck führt. Man erhält nemlich aus (127.)

$$4gH\left(1-\frac{8\varepsilon Lv}{D}+\frac{16\varepsilon^2L^2v^2}{D^2}\right) = \frac{D^4}{d^2}v^2 \quad \text{oder}$$

$$133. \quad H-\frac{D^4}{d^2}\cdot\frac{v^2}{4g} = H\frac{8\varepsilon L}{D}\left(v+\frac{2\varepsilon Lv^2}{D}\right).$$

Die *D'Aubuisson*sche Formel ist vermöge (9. §. 186.)

$$134. \quad H - \frac{v^2}{4g} = a_1 \frac{4L}{D}(v + b_1 v^2),$$

wo $a_1$ und $b_1$ constante Coëfficienten sind. Doch ist es auch eben nur die *Form* rücksichtlich $v$, in welcher die beiden Ausdrücke übereinkommen.

6. So könnte man noch verschiedene andere *Hypothesen* machen und daraus diese oder jene Formeln ableiten, aber sie würden alle nicht mehr Wahrscheinlichkeit der Sicherheit haben, als die gewöhnlichen: im Gegentheil noch weniger, weil die letzteren wenigstens in den Fällen, für welche sie der Wirklichkeit angepafst sind, zutreffen. Es ist also nicht der Mühe werth, weiter danach zu suchen. Hypothesen, so scheinbar sie auch sein mögen, können nie eine wirkliche Begründung geben. Auch hier, wie in allen complicirten Fällen, kann man nie sagen: *da* es sich mit den Gesetzen der Erscheinung so verhält, so sind die Resultate diese; sondern immer nur: *wenn* die Gesetze diese sind, so sind die Resultate diese. Zu *sichern* Ausdrücken, für Fälle, welche noch nicht versucht worden sind, läfst sich durchaus nur durch die *Erfahrung* gelangen, also einzig und allein nur, wenn man aus *Versuchen*, und zwar nicht im Kleinen, sondern in der *wirklichen Gröfse* der Fälle, die vorkommen können, unmittelbar die Resultate nimmt. Pafst man Versuchen *dieser* Art einen Ausdruck an, so ist die Wahrscheinlichkeit, und zwar dann in hohem Grade, vorhanden, dafs der Ausdruck auch für Fälle, die nicht unmittelbar versucht worden sind, in so fern dieselben *innerhalb der Grenzen* der versuchten Fälle, oder doch nicht weit darüber hinausliegen, richtige, oder doch nicht bedeutend von der Wahrheit abweichende Resultate geben werden.

Bei den Röhrenleitungen sind *fünf* verschiedene Gröfsen oder Elemente vorhanden, die zu einander in Beziehung stehen, nemlich:

*Erstlich* die Wasserhöhe $H$;

*Zweitens* die Länge der Röhre $L$;

*Drittens* der Durchmesser der Röhre $D$;

*Viertens* der Durchmesser der Ausflufsmündung $d$ und

*Fünftens* die Geschwindigkeit in der Röhre $v$, oder der Wasser-Erguſs $M$.

Mit allen diesen Elementen kann man bei den Versuchen, ohne die Kosten der Versuche allzusehr zu erhöhen, recht gut bis zu der *wirklichen Gröfse* gehen, die vorzukommen pflegt, sobald man gerade eine Wasserleitung von bedeutendem Umfange zu bauen vorhat. Im andern Falle wird

man sich freilich, der Kosten wegen, auf eine mäfsige *Länge* der Röhren, etwa von 600 F., beschränken müssen. Können dagegen die zu den Versuchen dienenden Röhren zu der Wasserleitung, die man bauen will, weiter gebraucht werden, so kommen ihre Kosten bei den Versuchen nicht weiter in Betracht, und man kann dann auch die Länge der Röhren bei den Versuchen auf *sehr* grofse Strecken ausdehnen. Alle anderen Elemente lassen sich bei den Versuchen, auch dann, wenn so eben keine Wasserleitung zu bauen ist, ohne sehr grofse Kosten recht wohl bis auf die wirklich vorkommende Gröfse bringen. Glücklicherweise ist die *Länge* der Röhren gerade dasjenige Element, dessen Einwirkung auf das Resultat sich mit der meisten Zuversicht auch *schätzen* läfst; denn dafs der Widerstand der Röhrenwände im graden Verhältnifs der *Länge* zunehme, ist an sich selbst fast aufser Zweifel; und aller Wahrscheinlichkeit nach würden die Versuche solches auch unter den übrigen verschiedenen Umständen bestätigen.

Hat man also nur etwa 600 F. Röhren von den verschiedenen Durchmessern, welche gewöhnlich vorkommen, also von $\frac{1}{2}$, 1, 2, 3, 4, 6, 8, 12 und 16 Zoll, so wird sich wohl ohne grofse Schwierigkeit irgendwo ein Thurm in der Nähe von Wasser finden lassen, in welchem man stehende Behälter auf die Höhe von etwa 12, 20, 40, 70 und 100 F. hoch anbringen kann, aus welchen man dann eben so viele bewegliche Behälter durch die bekannte Vorrichtung, um den Wasserstand in letzteren genau auf *gleiche* Höhe zu erhalten, speiset. Die beweglichen Behälter stellt man auf die verschiedenen Höhen, von welchen man die Wirkung beobachten will, also etwa so, dafs der Wasserspiegel in dem beweglichen Behälter 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 18, 21, 24, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 55, 60, 70, 80, 90 und 100 F. über dem Mittelpunct der Ausmündung der Röhre steht. Für die Ausmündung an dem letzten Röhrenstück müfste man Mundstücke wieder von $\frac{1}{2}$, 1, 2, 3, 4, 6, 8, 12 und 16 Zoll Durchmesser haben. Will man dann für 0, 60, 120, 180, 300, 420 und 600 F. *Länge* der Röhren den Ausflufs durch die Ausmündung der Röhre beobachten, so giebt dies für die obigen 9 verschiedenen Durchmesser und eben so viele Durchmesser der Ausflufs-Oeffnung zuerst für jede der 24 verschiedenen Druckhöhen und für jede der 7 verschiedenen Längen der Röhre $1+2+3+4+5+6+7+8+9 = 45$, und mithin zusammen $45 . 24 . 7 = 7560$ Versuche. Man müfste zugleich den *Druck* des *fliefsenden* Wassers auf

die Röhrenwände, oder, was *D'Aubuisson* die piézometrische Höhe nennt, zu beobachten nicht versäumen. Sehr hohe stehende Röhren wären dazu nicht gerade nöthig; sondern der Druck könnte auch durch Quecksilbersäulen, in Röhren von nur ganz mäfsiger Höhe, gemessen werden. Da sich nun bei der oben gedachten Anordnung der Behälter im Durchschnitt wenigstens 10 Versuche täglich machen lassen würden, so würden zu den Versuchen etwa zwei Jahre Zeit nöthig sein. Rechnet man für zwei Beobachter, mit 4 Gehülfen, täglich 6 Thlr., so würden die Versuche an sich selbst etwa 4380 Thlr. kosten. Rechnet man ferner für die Behälter und die Hebemaschine mit Wasserkraft, die sich wohl finden lassen dürfte, 3000 Thlr., so sind das 7380 Thlr. Die 600 F. eiserne Röhren, von den verschiedenen Durchmessern, würden etwa 10000 Thlr. kosten; also würden sich die gesammten Kosten, wenn die Röhren zu den Versuchen angeschafft werden müssen, auf etwa 17 380 Thlr. belaufen; wenn aber die Röhren wieder gebraucht werden können, nur auf 7380 Thlr.

Ein Privatmann kann oder wird freilich eine solche Summe nicht leicht hergeben: aber eine Regierung, oder auch von einer grofsen Röhrenleitung, die leicht mehrere Hunderttausend Thaler kosten wird, die Baucasse, wird sehr wohl thun, wenn sie die Ausgabe von 7380 Thlr. für die Versuche macht, ehe sie zum Werke schreitet; und wäre selbst auch die Ausgabe, wenn man z. B. die Versuche auch noch auf gröfsere Längen der Röhre, oder auch auf schräg liegende Röhren ausdehnen wollte, noch höher; denn die Auslage kommt, wie sich weiter unten zeigen wird, reichlich wieder ein, wenn sie nicht gar dem Mifslingen des ganzen Werkes vorbeugt. Und dann sind die Versuche *nur einmal für alle Zeiten* nöthig. Es wäre daher wohl zu wünschen, dafs dergleichen Versuche angestellt würden, um endlich über diesen Gegenstand völlig ins Reine zu kommen. Durch Schlüsse und Raisonnements *sichere* Resultate zu erzielen, ist *unmöglich.*

7. Sind nun die Versuche gemacht, so würde sich der Ausdruck, welcher für die *nicht* versuchten, innerhalb der Grenzen der Versuche, oder doch nicht weit darüber hinausliegenden Fälle als mit *Sicherheit* passend anzusehen sein würde, auf folgende Weise aufstellen lassen; nemlich nach der auf mehrere Elemente ausgedehnten *Lagrange*schen Interpolationsformel.

Für ein einzelnes Element ist diese Formel bekanntlich folgende:

$$135.\quad z_x = \frac{(a_x-a_2)(a_x-a_3)\ldots.(a_x-a_n)}{(a_1-a_2)(a_1-a_3)\ldots.(a_1-a_n)}\,z_1 + \frac{(a_x-a_1)(a_x-a_3)\ldots.(a_x-a_n)}{(a_2-a_1)(a_2-a_3)\ldots.(a_2-a_n)}\,z_2 + \frac{(a_x-a_1)(a_x-a_2)\ldots.(a_x-a_n)}{(a_3-a_1)(a_3-a_2)\ldots.(a_3-a_n)}\,z_3 + \ldots\ldots\ldots\ldots$$

Diese Formel giebt $z_x = z_1$ für $a_x = a_1$; $z_x = z_2$ für $a_x = a_2$, $z_x = z_3$ für $a_x = a_3$ u. s. w., wie es sein soll: die Werthe von $z_x$, welche zu Werthen von $a_x$ gehören, die weder $a_1$ noch $a_2$ noch $a_3$ u. s. w. sind, die aber zwischen dem *kleinsten* Werth von $a$, z. B. $a_1$, und dem *gröfsten* Werth von $a$, z. B. $a_n$ liegen, giebt sie durch *alle* ihre Glieder gemeinschaftlich.

Hier nun, wo statt des einen Elements $a$ vier gegebene Elemente vorhanden sind, und zwar die vier Elemente $H$, $L$, $D$ und $M$, da gewöhnlich der *Durchmesser* $D$ gesucht wird, den man der Röhre geben mufs, damit sie unter einer bestimmten Druckhöhe $H$ auf eine bestimmte Länge $L$, durch eine Ausflufs-Oeffnung von bestimmtem Durchmesser $d$ eine bestimmte Wassermasse $M$ ausströme, würde man wie folgt verfahren müssen.

Man setze der Kürze wegen

$$136.\quad \begin{cases} \frac{(H_x-H_2)(H_x-H_3)(H_x-H_4)\ldots.(H_x-H_n)}{(H_1-H_2)(H_1-H_3)(H_1-H_4)\ldots.(H_1-H_n)} = \overset{1}{H}, \\ \frac{(H_x-H_1)(H_x-H_3)(H_x-H_4)\ldots.(H_x-H_n)}{(H_2-H_1)(H_2-H_3)(H_2-H_4)\ldots.(H_2-H_n)} = \overset{2}{H}, \\ \frac{(H_x-H_1)(H_x-H_2)(H_x-H_4)\ldots.(H_x-H_n)}{(H_3-H_1)(H_3-H_2)(H_3-H_4)\ldots.(H_3-H_n)} = \overset{3}{H}, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \frac{(H_x-H_1)(H_x-H_2)(H_x-H_3)\ldots.(H_x-H_{n-1})}{(H_n-H_1)(H_n-H_2)(H_n-H_3)\ldots.(H_n-H_{n-1})} = \overset{n}{H}, \end{cases}$$

und ähnliche Zeichen für die $L$, $d$ und $M$, nemlich für die Brüche, welche sich auf $L$, $d$ und $M$ beziehen.

Man bezeichne ferner den nach den Versuchen zu $H_1$, $L_1$, $d_1$ und $M_1$ gehörigen Durchmesser der Röhre durch $D_{1111}$, den zu $H_1$, $L_1$, $d_1$ und $M_2$ gehörigen Durchmesser der Röhre durch $D_{1112}$ u. s. w. Hierauf nehme man alle die verschiedenen, bei den Versuchen vorgekommenen $H$, $L$, $d$ und $M$ zu Factoren von Producten und bezeichne die aus allen den verschiedenen

möglichen Combinationen der $H$, $L$, $d$ und $M$, ohne Wiederholung, entstehenden Producte durch $P_1$, $P_2$, $P_3$, ....: so ist der Durchmesser $D_x$ der Röhre für *beliebige* Werthe von $H$, $L$, $d$ und $M$:

$$137. \quad D_x = P_1 D_{1111} + P_2 D_{1112} + P_3 D_{1113} \ldots + P_n D_{1121} + P_{n+1} D_{1122} + P_{n+2} D_{1123} \ldots .$$

Diese Formel paſst auf die Versuche wie folgt. Für $H_x = H_1$ z. B. ist nach (136.) $\overset{1}{H} = 1$ und alle übrigen $\overset{\alpha}{H}$ sind Null. Ferner ist für $L_x = L_1$, $\overset{1}{L} = 1$ und alle übrigen $\overset{\beta}{L}$ sind Null. Eben so verhält es sich mit den $\overset{\gamma}{d}$ und $\overset{\delta}{M}$. Wenn also $H_x = H_1$, $L_x = L_1$, $d_x = d_1$ und $M_x = M_1$ ist, so ist $P_1 = 1$, und alle übrigen $P$ sind Null; denn sie *alle* enthalten einen oder mehrere Factoren $L$, $d$, $M$, die *nicht* $L_1$, $d_1$, und $M_1$ und folglich Null sind. Mithin ist $D_x = D_{1111}$ für $H_x = H_1$, $L_x = L_1$, $d_x = d_1$ und $M_x = M_1$; wie es sein soll. Würde $D_x$ für $H_x = H_1$, $L_x = L_1$, $d_x = d_1$ und $M_x = M_2$ gesucht, so würde wieder $\overset{1}{H} = 1$, $\overset{1}{L} = 1$, $\overset{1}{d} = 1$ und alle übrigen $\overset{\alpha}{H}$, $\overset{\beta}{L}$ und $\overset{\gamma}{d}$ würden Null sein. Hingegen würde $\overset{2}{M} = 1$ und *alle* übrigen $\overset{\delta}{M}$ würden Null sein. Also bleibt dann nur das einzige $P_2$, welches $\overset{2}{M}$ und zugleich $\overset{1}{H}$, $\overset{1}{L}$ und $\overset{1}{d}$ zum Factor hat und welches $= 1$ ist; alle übrigen sind Null; denn sie haben jedes irgend einen oder mehrere Factoren, die *nicht* $\overset{1}{H}$, $\overset{1}{L}$ und $\overset{1}{d}$ sind. Folglich ist in diesem Falle $D_x = D_{1112}$; wiederum wie es sein soll.

Es ist zwar wahr, daſs, wenn man auf diese Weise *alle* Versuche, die angestellt wurden, in Rechnung bringen wollte, der Ausdruck (137.) von $D_x$ *ungeheuer* weitläuftig werden würde. Er würde so viel Glieder bekommen, als man Versuche gemacht hat, also 7560 Glieder. Aber es ist offenbar nicht nöthig, *alle* Versuche in die Rechnung zu ziehen, sondern es genügt vollkommen, wenn man für ein gegebenes $H$, $L$, $d$ und $M$, für welches man $D_x$ sucht, nur diejenigen *zwei* $H$, $L$, $d$ und $M$ in die Formel bringt, deren eines zunächst *gröſser*, das andere zunächst *kleiner* ist als das gegebene $H$, $L$, $d$ und $M$. Es dürfen daher aus (136.) nur $\overset{1}{H}$ und $\overset{2}{H}$, $\overset{1}{L}$ und $\overset{2}{L}$, $\overset{1}{d}$ und $\overset{2}{d}$, und $\overset{1}{M}$ und $\overset{2}{M}$ zur Berechnung gezogen werden. Alsdann bekommt die Formel (137.) für $D_x$ nur $2.2.2.2 = 16$ Glieder.

Läfst man $H_1$ und $H_2$, $L_1$ und $L_2$, $d_1$ und $d_2$ und $M_1$ und $M_2$ diejenigen $H$, $L$, $d$ und $M$ aus den Versuchen sein, welche das gegebene $H$, $L$, $d$ und $M$ zunächst *einschliefsen*, so ist

$$138.\quad \begin{cases} \overset{1}{H} = \dfrac{H_x - H_2}{H_1 - H_2}, & \overset{2}{H} = \dfrac{H_x - H_1}{H_2 - H_1}; \\ \overset{1}{L} = \dfrac{L_x - L_2}{L_1 - L_2}, & \overset{2}{L} = \dfrac{L_x - L_1}{L_2 - L_1}; \\ \overset{1}{d} = \dfrac{d_x - d_4}{d_1 - d_2}, & \overset{2}{d} = \dfrac{d_x - d_1}{d_2 - d_1}; \\ \overset{1}{M} = \dfrac{M_x - M_2}{M_1 - M_2}, & \overset{2}{M} = \dfrac{M_x - M_1}{M_2 - M_1}; \end{cases}$$

und die Formel für $D_x$ ist folgende:

$$\begin{aligned} 139.\quad D_x = {} & \overset{1}{H}\overset{1}{L}\overset{1}{d}\overset{1}{M}.D_{1111} + \overset{1}{H}\overset{1}{L}\overset{1}{d}\overset{2}{M}.D_{1112} + \overset{1}{H}\overset{1}{L}\overset{2}{d}\overset{1}{M}.D_{1121} + \overset{1}{H}\overset{1}{L}\overset{2}{d}\overset{2}{M}.D_{1122} \\ & + \overset{1}{H}\overset{2}{L}\overset{1}{d}\overset{1}{M}.D_{1211} + \overset{1}{H}\overset{2}{L}\overset{1}{d}\overset{2}{M}.D_{1212} + \overset{1}{H}\overset{2}{L}\overset{2}{d}\overset{1}{M}.D_{1221} + \overset{1}{H}\overset{2}{L}\overset{2}{d}\overset{2}{M}.D_{1222} \\ & + \overset{2}{H}\overset{1}{L}\overset{1}{d}\overset{1}{M}.D_{2111} + \overset{2}{H}\overset{1}{L}\overset{1}{d}\overset{2}{M}.D_{2112} + \overset{2}{H}\overset{1}{L}\overset{2}{d}\overset{1}{M}.D_{2121} + \overset{2}{H}\overset{1}{L}\overset{2}{d}\overset{2}{M}.D_{2122} \\ & + \overset{2}{H}\overset{2}{L}\overset{1}{d}\overset{1}{M}.D_{2211} + \overset{2}{H}\overset{2}{L}\overset{1}{d}\overset{2}{M}.D_{2212} + \overset{2}{H}\overset{2}{L}\overset{2}{d}\overset{1}{M}.D_{2221} + \overset{2}{H}\overset{2}{L}\overset{2}{d}\overset{2}{M}.D_{2222}, \end{aligned}$$

oder auch

$$\begin{aligned} 140.\quad D_x = {} & \overset{1}{H}[\overset{1}{L}(\overset{1}{d}(\overset{1}{M}.D_{1111} + \overset{2}{M}.D_{1112}) + \overset{2}{d}(\overset{1}{M}.D_{1121} + \overset{2}{M}.D_{1122})) + \\ & \overset{2}{L}(\overset{1}{d}(\overset{1}{M}.D_{1211} + \overset{2}{M}.D_{1212}) + \overset{2}{d}(\overset{1}{M}.D_{1221} + \overset{2}{M}.D_{1222}))] \\ & + \overset{2}{H}[\overset{1}{L}(\overset{1}{d}(\overset{1}{M}.D_{1111} + \overset{2}{M}.D_{2112}) + \overset{2}{d}(\overset{1}{M}.D_{2121} + \overset{2}{M}.D_{2122})) + \\ & \overset{2}{L}(\overset{1}{d}(\overset{1}{M}.D_{2211} + \overset{2}{M}.D_{2212}) + \overset{2}{d}(\overset{1}{M}.D_{2221} + \overset{2}{M}.D_{2222}))]. \end{aligned}$$

Da $\overset{1}{H}$ und $\overset{2}{H}$ (138.) *gleiche* Nenner haben, nur mit entgegengesetzten Zeichen, und eben so die $L$, $d$ und $M$, so haben *alle* Glieder in (139.) *einen und denselben* Nenner; nur mit verschiedenem Zeichen. Dieser Nenner *aller* Glieder ist

$$141.\quad (H_1 - H_2)(L_1 - L_2)(d_1 - d_2)(M_1 - M_2).$$

Er ist *positiv*, wenn eine *gerade* Zahl von Factoren in den Gliedern von (139.) den Zeiger 2 hat, und *negativ*, wenn eine *ungerade* Zahl von Factoren diesen Zeiger hat. Beobachtet man dies in der Formel (140.), während man darin die Werthe von $\overset{1}{H}$, $\overset{2}{H}$, $\overset{1}{L}$, $\overset{2}{L}$, $\overset{1}{d}$, $\overset{2}{d}$, $\overset{1}{M}$, $\overset{2}{M}$ aus (138.) setzt, so erhält man

$$
\begin{aligned}
142.\quad & D_x(H_1-H_2)(L_1-L_2)(d_1-d_2)(M_1-M_2)\\
= {} & (H_x-H_2)\,[\,(L_x-L_2)\,\{(d_x-d_2)\,((M_x-M_2)\,D_{1111}-(M_x-M_1)\,D_{1112})\\
& \qquad +(d_x-d_1)\,((M_x-M_1)\,D_{1122}-(M_x-M_2)\,D_{1121})\}\\
& \quad +(L_x-L_1)\,\{(d_x-d_2)\,((M_x-M_1)\,D_{1212}-(M_x-M_2)\,D_{1211})\\
& \qquad +(d_x-d_1)\,((M_x-M_2)\,D_{1221}-(M_x-M_1)\,D_{1222})\}\,]\\
& +(H_x-H_1)\,[\,(L_x-L_2)\,\{(d_x-d_2)\,((M_x-M_1)\,D_{2112}-(M_x-M_2)\,D_{2111})\\
& \qquad +(d_x-d_1)\,((M_x-M_2)\,D_{2121}-(M_x-M_1)\,D_{2122})\}\\
& \quad +(L_x-L_1)\,\{(d_x-d_2)\,((M_x-M_2)\,D_{2211}-(M_x-M_1)\,D_{2212})\\
& \qquad +(d_x-d_1)\,((M_x-M_1)\,D_{2222}-(M_x-M_2)\,D_{2212})\}\,]
\end{aligned}
$$

Dieser Ausdruck scheint zwar für die Berechnung in Zahlen noch immer sehr weitläuftig, aber wenn man sich dabei der Logarithmen bedient, so ist er es nicht; um so weniger, da rechterhand immer nur *dieselben* Factoren $H_x-H_1$, $H_x-H_2$, $L_x-L_1$, $L_x-L_2$, $d_x-d_1$, $d_x-d_2$, $M_x-M_1$ und $M_x-M_2$ vorkommen.

Verlangte man eine gröfsere Genauigkeit, oder vielmehr Sicherheit, so müfste man von jedem Elemente statt zweier *drei* dem zu berechnenden Fall zunächst liegende Versuche in Rechnung bringen. Dann würde die Formel statt 16, $3.3.3.3=81$ Glieder haben.

Vollkommene Sicherheit gewährt zwar allerdings eben so wenig die *Lagrange*sche, als irgend eine andere Interpolations-Formel: allein sie gewährt *diejenige* Sicherheit, welche zu erreichen *möglich* ist, und die *Lagrange*sche Formel gewährt sie auf die für die Zahlenrechnung leichteste Weise.

Ist man bei den Versuchen auf 600 F. Länge der Röhren *beschränkt,* so bleibt freilich immer noch in Rücksicht *eines* der Bestimmungsstücke des gesuchten Röhrendurchmessers, nemlich der *Länge* der Röhre, für den Fall, wo dieselbe bei einer wirklichen Wasserleitung sehr grofs ist, die Ungewifsheit in bedeutendem Maafse übrig; weshalb es denn auch immer gut sein wird, wenn man die Versuche auf eine *grofse Länge* der Röhren auszudehnen vermag: allein man kann sich mit den kurzen Röhren mit *ziemlicher* Sicherheit dadurch behelfen, dafs man das *Gesetz,* nach welchem die *Länge* der Röhren auf den Wasser-Erguls Einflufs hat, aus den Resultaten selbst, welche die Beobachtungen für *verschiedene* Längen der Röhre bei *gleicher* Druckhöhe und *gleichem* Durchmesser der Röhre und der Ausflufsmündung geben, zu ermitteln sucht. Es kommt dann darauf an, ob dieses *Gesetz* für *verschiedene* Druckhöhen und *verschiedene* Durch-

messer der Röhren und der Ausflufsmündungen *dasselbe* ist; wie es *wahrscheinlich* der Fall sein dürfte. Ist dem so, so kann man danach mit ziemlicher Sicherheit von den Versuchen auch auf längere Röhren schliefsen. Ergiebt sich das Gegentheil, so mufs man freilich die Versuche nothwendig auf sehr lange Röhren ausdehnen, z. B. bis auf 12000 F. Eine viel gröfsere *Zahl* von Versuchen würde *deshalb* nicht eben nöthig sein: denn statt wie oben für 0, 60, 120, 180, 300, 420 und 600 F. Länge der Röhren, könnte man dann etwa 0, 48, 120, 300, 750, 1500, 3000, 6000, 12000 F. lange Röhren beobachten. Zu wünschen ist, dafs von einer zu bauenden Wasserleitung sehr lange Röhren zu den Versuchen zu Gebote stehen mögen.

So wie man übrigens, wie vorhin gedacht, aus den Versuchen das Gesetz wird auszumitteln suchen können, nach welchem die *Länge* der Röhren auf das Resultat Einflufs hat, wird man auch versuchen können, die Gesetze, nach welchen die *übrigen* Elemente, nemlich die Druckhöhe, der Durchmesser der Röhre und der Durchmesser der Ausflufs-Oeffnung auf die Geschwindigkeit der Bewegung oder auf die ausströmende Wassermasse Einflufs haben, aus den Resultaten der Versuche zu finden. Gelingt dies, so würde sich eine Formel aufstellen lassen, die dann ohne weitere Berücksichtigung der einzelnen Versuche, mit dem was sie giebt in Fällen, die innerhalb der Grenzen der Versuche, oder noch nicht zu weit darüber hinausliegen, nicht allzusehr von der Wirklichkeit abweichen und die also dann an die Stelle der bisherigen Formeln (103. 104. oder 105.) treten würde.

8. Wie sehr bedeutend der Einflufs des Durchmessers der Röhren einer Wasserleitung auf den Wasser-Erguſs sei, kann man recht deutlich aus den Resultaten der Versuche (§. 194. 40.) sehen. Aus der 1351 F. langen und 22,94 Linien im Durchmesser haltenden Röhre, flossen unter 51,93 F. Druckhöhe, wenn die Röhre *ganz offen* war, also der Durchmesser der Ausflufsmündung ebenfalls 22,90 Linien betrug, 96,1 C. F. Wasser in der Secunde. Durch *dieselbe* Röhre flossen, unter *derselben* Druckhöhe, wenn der Durchmesser der Ausflufs-Oeffnung nur 4,58 Linien, also nur den 5ten Theil der vorigen betrug, noch 45,8 C. Z. Wasser, also fast noch *halb* so viel, als aus der **25** *mal* gröfsern Oeffnung. Hätte nun aber die Röhre bei dem zweiten Versuch in ihrer *ganzen Länge* nur den kleineren

Durchmesser der Ausfluſs-Oeffnung gehabt, so konnte unmöglich mehr als der 25ste Theil des Ergusses der gröſsern Röhre ausflieſsen. Denn ein *kleinerer* Durchmesser *vergröſsert* nicht die Geschwindigkeit unter derselben Druckhöhe, sondern er verkleinert sie eher noch. Nach der gewöhnlichen Theorie soll ja der Widerstand sich wie Fläche der Röhrenwände und umgekehrt wie der Querschnitt verhalten, also $\frac{\pi D L}{\frac{1}{4}\pi D^2}$ oder $\frac{L}{D}$ und folglich in demselben Verhältniſs noch *gröſser* sein, wie der Durchmesser kleiner ist. Mithin nur sogar noch *viel weniger* als den 25sten Theil des Ergusses der weitern Röhre konnte die engere liefern. Gleichwohl floſs durch die kleinere Mündung fast noch die *Hälfte* des Wassers. Also wurde, *bloſs dadurch*, daſs die *Röhre* mit der engern Oeffnung 5 mal so weit war, als die Oeffnung, mehr denn *12 mal* so viel Wasser durch sie fortgeleitet, als geschehen sein würde, wenn die Röhre *enge* gewesen wäre.

Es folgt hieraus, daſs es schlechterdings nothwendig ist, Sicherheit über den Durchmesser zu haben, welchen man den Röhren geben muſs, damit sie das verlangte Wasser liefern. Denn macht man sie zu enge, so ist zu befürchten, daſs, so beträchtlich auch die Druckhöhe sein mag, das gewünschte Wasser gar nicht an Ort und Stelle gelange.

9. Zwar könnte man dieser Befürchtung sehr einfach dadurch entgehen, daſs man die Röhren *recht weit* machte. Aber hier ist wieder das *Zuviel* in Absicht der *Kosten* gar sehr zu scheuen. Denn die Kosten der Röhren, wenigstens derjenigen von *gegossenem* Eisen, nehmen nicht bloſs in geradem Verhältniſs des Durchmessers, sondern sogar in *quadratischem* Verhältniſs desselben zu, weil auch die Wände der Röhren nach der Formel (58.) für dieselbe Druckhöhe im Verhältniſs des Durchmessers *dicker* sein müssen; wenigstens in so fern sie überhaupt eine gröſsere Dicke haben müssen, als die geringste, welche sich *gieſsen* läſst. Also kostet im Allgemeinen eine *doppelt* so weite Röhre nicht bloſs *zweimal*, sondern sogar *viermal* so viel, als die von dem einfachen Durchmesser und, wenn die Dicke für beide ihres Betrages wegen *dieselbe* ist, doch jedenfalls *doppelt* so viel; und dies erhöht nothwendig die Kosten sehr langer Röhren ungeheuer. Die Röhren der noch nicht eben sehr ausgedehnten Toulouser Wasserleitung kosteten schon etwa 46 Tausend Thaler (Man sehe 16 Bd. S. 140 dieses Journals). Hätte man sie doppelt so weit gemacht, um recht sicher zu gehen, so würden hier in diesem einzigen Falle 46 Tausend

Thaler, und sogar noch viel mehr, da die gröfsern Röhren dann wohl 4 mal so viel gekostet haben würden, unnütz ausgegeben worden sein.

So zeigt sich dann, dafs, wie oben bemerkt, die Kosten der Versuche im Grofsen, um über den nöthigen Durchmesser der Röhren im Voraus Sicherheit zu erlangen, schon bei einer einzelnen Wasserleitung vielfach wieder eingebracht werden können.

Aber noch nothwendiger sind die Versuche, damit man nicht aus Ersparung die Röhren statt zu weit, zu *enge* machen möge. Denn sonst kann es kommen, dafs ein ganzes Werk seinen Zweck nicht erfüllt und dafs die an die Röhren gewendeten Kosten zum gröfsten Theil ganz verloren gehen.

Der Wunsch kann daher nicht dringend genug ausgesprochen werden, dafs die oben beschriebenen Versuche auf öffentliche Kosten angestellt werden möchten.

10. Da ein *möglichst grofser* Durchmesser der Röhren für eine Wasserleitung so ungemein vortheilhaft und sogar ein Durchmesser, der für den *gewöhnlichen* Dienst *überflüssig* grofs sein würde, gleichwohl noch ganz wesentlich *nothwendig* ist, nemlich für die aufserordentlichen Fälle, wo die Wasserleitung auf einmal *viel mehr* Wasser liefern soll, als gewöhnlich, insbesondere in dem Fall einer *Feuersbrunst*, so würde viel gewonnen werden, wenn es möglich wäre, *ohne Erhöhung der Kosten gröfsere* Röhren von gleicher Haltbarkeit und Dauer als die gewöhnlichen herzustellen. Dies dürfte aber auch vielleicht nicht unmöglich sein.

Für die besten Wasserleitungsröhren werden jetzt allgemein die von *gegossenem* Eisen erkannt. In der That sind sie besser, als die wenig dauerhaften und nur mit kleinen Durchmessern herzustellenden *hölzernen* Röhren, und besser als die *bleiernen*, die viel theurer sind und das Wasser vergiften, so wie besser als die *thönernen*, die für grofse Druckhöhen nicht fest genug sind. Aber es folgt noch nicht, dafs die Röhren aus *gegossenem Eisen* unter allen *möglichen* die besten sind und dafs es nicht auch noch andere Stoffe für Röhren gebe, die *noch* besser sind.

Sehr nahe liegt hier das *geschmiedete* oder *gewalzte* Eisen. In früherer Zeit mochte man darauf für Röhren wohl deshalb keine Rücksicht nehmen, weil die Anwendung von Blechen zu Gefäfsen, die unter grofsem Druck wasserdicht sein müssen, noch wenig ausgebreitet war; auch vielleicht wohl, weil man die den Wasserleitungsröhren *wirklich*

nöthige Dicke zum Theil etwas überschätzte. Seitdem man aber ganze grofse *Schiffe* und unzählige *Dampfkessel,* die ebenfalls einem sehr starken Drucke zu widerstehen haben, selbst von 10 und mehreren Atmosphären hoch, mit dem besten Erfolge aus gewalztem Eisenblech macht, dürfte wohl wenigstens *daran* nicht zu zweifeln sein, dafs Röhren aus solchem Eisenblech auch für Wasserleitungen, selbst unter sehr grofsen Druckhöhen, *Festigkeit* genug haben würden; denn man kann ja das Eisenblech bis zu einer ganz beträchtlichen Dicke walzen: recht gut bis zu $\frac{4}{}$ Linien, und selbst 6 Linien dick. Um so weniger dürfte aber an der Festigkeit der Röhren aus gewalztem Blech zu zweifeln sein, weil die stärkste Gefahr für die Röhren, vom Wasser zersprengt zu werden, nicht sowohl in dem constanten *Druck* der Wasserhöhe, als vielmehr in dem *Stofs* des Wassers liegt, der zufällig entstehen kann, wenn seine Bewegung in der Röhre, etwa durch *schnelle* Verschliefsung der Sperrhähne, oder sonst durch einen Anlafs *plötzlich* gehemmt wird. Ein solcher plötzlicher *Stofs* aber würde für Röhren aus gewalztem Eisen viel weniger gefährlich sein, als für gegossene Röhren, weil das gewalzte Eisen weniger *spröde* ist, als das Gufs-Eisen. Auch noch die andere Gefahr, welche für gegossene Röhren daraus entsteht, dafs die Wände beim Gufs *ungleich dick* ausgefallen und dafs Blasen im Eisen geblieben sein können, findet für gewalztes Eisen weniger und fast gar nicht Statt. Die Möglichkeit der Unvollkommenheit des Gufses und die zu fürchtende Wirkung eines Stofses des Wassers zusammen sind eben die Ursachen, weshalb man die Wände gegossener eiserner Röhren nothwendig *vielfach* dicker machen mufs, als gegen den blofsen Druck nöthig sein würde. Im (§. 214.) wird wegen jener beiden Befürchtungen auf nicht weniger als etwa die *28fache* Dicke gewährt. Bei Röhren aus gewalztem Eisen würde aus den oben angezeigten Gründen im Allgemeinen viel weniger Ursach zu einer so ansehnlichen Vervielfältigung der Dicke vorhanden sein.

Freilich würde für Röhren aus gewalztem Eisen im Vergleich gegen gegossene Röhren, wieder eine andere Schwäche zu fürchten sein, nemlich die Schwäche der *Zusammenfugung* der *Naht* des Blechs, welche schwache Stelle in gegossenen Röhren *nicht* Statt findet. Aber dafs die Zusammenfugung der Bleche durch *Niethe* wenigstens stark *genug* sei, während sich dadurch zugleich vollständige *Wasserdichtigkeit* erlangen läfst, beweisen die *Dampfkessel.* Selbst das viel wohlfeilere *Zusammen-*

*löthen* der Bleche in der Naht der Röhre durch Kupfer und Zinn, und selbst blofs durch Zinn oder Loth, dessen man sich für Röhren von *geringem* Durchmesser, die sich nicht füglich niethen lassen dürften, bedienen müfste, würde wahrscheinlich immer noch Festigkeit genug gewähren. Es käme auf *Versuche* an. Auch könnte man noch die etwa zu fürchtende Schwäche der Röhren in der Nath leicht noch dadurch vermindern, wenn man Röhren von halb so dickem Blech machte, als im Ganzen nöthig erachtet wird und dann eine Röhre genau um die andere legte, so dafs die äufsere die Fuge der andern deckt oder die Fugen einander gerade gegenüber stehen. Im Allgemeinen scheint es, es werde jedesmal hinreichend sein, wenn man die Dicke des Blechs, die gegen den blofsen Druck des Wassers nöthig sein würde, falls die Röhren *keine* Naht hätten, *eben so oft vervielfältigt,* als bei den *gegossenen* Röhren, auch selbst darauf nicht weiter Rücksicht nehmend, dafs die Masse des *gewalzten* Eisens an sich selbst viel mehr (Versuchen zufolge wohl 3 mal so viel) *Cohäsion* hat, als die Masse des *gegossenen* Eisens. Auch dann noch, und obgleich das gewalzte Eisen viel theurer ist, als das gegossene, ist es immer noch möglich, dafs Röhren aus gewalztem Eisen, wenigstens die von kleinerem Durchmesser, auf welche es aber gerade ankommt, wohlfeiler herzustellen sein können, als gegossene Röhren; und zwar aus folgendem Grunde. Für den *Gufs* des Eisens nemlich giebt es ein Minimum der Dicke. *D'Aubuisson* nimmt dafür 0,38 oder etwa $\frac{3}{8}$ Z., also $4\frac{1}{2}$ Linien an. Für gewalztes Eisen dagegen giebt es eigentlich *kein* Minimum, sondern man kann die Bleche so dünn machen, dafs sie gerade nur hinreichend stark sind (nemlich mit der vorhin bemerkten vielfachen Vergröfserung der für den blofsen Druck nöthigen Dicke). Aus diesem Grunde kann es sein, dafs die Röhren von gegossenem Eisen, besonders die, deren Durchmesser kleiner sind, dennoch theurer zu stehen kommen, als Röhren aus gewalztem Eisen.

Noch ein anderer, sehr wesentlicher Umstand, der *gegen* die Röhren aus gewalztem Eisen und *für* die gegossenen Röhren zu sprechen scheint, ist nicht zu übersehen: nemlich der Umstand, dafs gewalztes oder geschmiedetes Eisen in der Nässe, und besonders in der Erde, leichter *rostet,* als gegossenes. Aber gegen den Rost läfst sich das Eisen durch Verzinnung, oder auch durch andere gegen die Nässe schützende Ueberzüge verwahren; wenigstens wohl in dem Maafs, dafs die Dauer der beiden Eisen-Arten auf das Gleiche gebracht wird.

Alles dieses erwogen, scheint daher der Benutzung des *gewalzten* Eisens zu Wasserleitungsröhren gerade nichts Wesentliches entgegenzustehen, und es kommt blofs auf die *Kosten* an; nemlich darauf, ob Röhren aus gewalztem Eisen für *dieselben* Kosten mit *gröfserem* Durchmesser herzustellen sein würden, als Röhren aus gegossenem Eisen; besonders die Röhren mit nur kleinen Durchmessern. Da die Frage für grofse Wasserleitungen ganz bedeutend ist, so wird es vielleicht nicht überflüssig sein, eine nähere Vergleichung der Kosten der beiden Röhren-Arten anzustellen.

11. Wir wollen zuerst die Kosten von Röhren aus *gegossenem* Eisen nach den gewöhnlichen Preisen für verschiedene Durchmesser berechnen, und zwar für den *laufenden Fufs*, und ohne auf die Kosten der *Zusammensetzung* der Röhrenstücke Rücksicht zu nehmen, weil diese Kosten für beide Arten von Röhren wohl ziemlich gleich sein würden.

*D'Aubuisson* findet in (§. 214.) die Dicke der Wände, welche gegossenen eisernen Röhren zu geben ist, auf folgende Weise. Er findet zuerst für diejenige Dicke, mit welcher die Röhren einfach dem Wasserdruck zu widerstehen vermögen, $\frac{HD}{1069632}$ (55.). Diese Dicke vervielfältigt er mit 4,2, wegen der gröfsern Festigkeit, die unbedingt Bauwerke haben müssen. Hierauf sagt er: bis zu Wasserhöhen von 48 bis 64 F. müfsten die Röhren auf 319 F. Druckhöhe probirt werden. Er nimmt also (hier zur Sicherheit die *geringste* Höhe von 48 F. in Anschlag gebracht) abermals das $6\frac{2}{3}$fache der obigen Dicke an, und setzt folglich überhaupt das $4{,}2 . 6\frac{2}{3} = 28$fache des Obigen, welches dann

143. $e = \frac{HD}{38400}$ Zoll, $H$ und $D$ in Zollen ausgedrückt,

giebt. Aber auch dieses betrachtet er noch nicht als die gesuchte Dicke der Wände *gegossener* eiserner Röhren, sondern nur als *Zulage zu dem Minimo* von $4\frac{1}{2}$ Linien; jedoch nur *für Röhren, die mehr als 4,6 Zoll im Durchmesser haben,* wiewohl für jede Druckhöhe *gleich.* Wir folgen im Erstern der Vorschrift *D'Aubuissons,* da sie auf *Erfahrungen* im Grofsen gegründet ist. Aber *darin* können wir ihm aus dem in (§. 214.) angegebenen Grunde nicht folgen, dafs wir die Dicke der Röhrenwände nach der Formel (143.), oder vielmehr die *Zulage* zu dem Minimo von $4\frac{1}{2}$ Linien, welche sie giebt, für *alle* Druckhöhen *gleich grofs* annehmen. Wir berechnen diese Zulage vielmehr für verschiedene Druckhöhen verschieden; und zwar nach (143.). Für 48 F. Druckhöhe ergeben sich dann *ganz*

die Resultate *D'Aubuissons,* für *gröfsere* Druckhöhen aber ergiebt sich *mehr,* für *kleinere weniger;* und dieses dürfte auch für gröfsere Druckhöhen der Sicherheit wegen, für kleinere der Natur der Sache ganz angemessen sein.

Wir werden zwei verschiedene Druckhöhen in Betracht ziehen, nemlich $H = 100$ F., als die gröfste, die gewöhnlich vorkommen dürfte, und dann noch die Druckhöhe $H = 50$ F.

Setzt man nun das Gewicht eines Cubikzolles gegossenen Eisens = 9 Loth (des Cubikfufses 486 Pfd.) und die Kosten eines Pfundes Eisen in Röhren bis zu 3 Zoll im Durchmesser $1\frac{1}{2}$ Sgr. (5 Thlr. 15 Sgr. für den Ctr.), in Röhren bis zu 6 Z. im Durchmesser $1\frac{1}{8}$ Sgr. (5 Thlr. $1\frac{1}{4}$ Sgr. für den Ctr.) und in gröfseren Röhren $1\frac{1}{4}$ Sgr. (4 Thlr. $17\frac{1}{2}$ Sgr. für den Ctr.), so ergiebt sich Folgendes.

144.

| Durchmesser der Röhren . . . . . | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | Zoll. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Dicke der Röhrenwand für 100 F. Druckhöhe . . . | 4,50 | 4,50 | 4,50 | 4,50 | 6,37 | 6,75 | 7,50 | 8,25 | 9,00 | 9,75 | 10,50 | 11,25 | Lin. |
| Gewicht eines laufenden Fufses . . | 5,54 | 9,43 | 13,39 | 17,36 | 31,07 | 39,00 | 57,05 | 77,76 | 101,21 | 127,37 | 156,26 | 187,90 | Pfd. |
| Für das Pfund . . | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,375 | 1,375 | 1,375 | 1,25 | 1,25 | 1,25 | 1,25 | 1,25 | 1,25 | Sgr. |
| Thut für den lauf. F. Röhre für 100 F. Druckhöhe . . . | 8,31 | 14,14 | 20,09 | 23,87 | 42,72 | 53,62 | 71,31 | 97,20 | 126,51 | 159,21 | 195,32 | 234,87 | Sgr. |
| Dicke der Röhrenwand für 50 Fufs Druckhöhe . . . | 4,50 | 4,50 | 4,50 | 4,50 | 5,44 | 5,63 | 6,00 | 6,37 | 6,75 | 7,13 | 7,50 | 7,88 | Lin. |
| Gewicht eines laufenden Fufses . | 5,53 | 9,43 | 13,39 | 17,36 | 26,16 | 32,12 | 44,98 | 59,16 | 74,79 | 91,78 | 109,96 | 129,65 | Pfd. |
| Für das Pfund . | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,375 | 1,375 | 1,375 | 1,25 | 1,25 | 1,25 | 1,25 | 1,25 | 1,25 | Sgr. |
| Thut für den lauf. Fufs Röhre für 50 Fufs Druckhöhe | 8,31 | 14,14 | 20,09 | 23,87 | 35,97 | 46,18 | 56,23 | 73,95 | 93,49 | 114,72 | 137,45 | 162,06 | Sgr. |

12. Wir berechnen ferner die Kosten der Röhren aus gewalztem Eisen von den *gleichen* Durchmessern und für die *gleichen* Druckhöhen. Die Cohäsion des gewalzten Eisens setzen wir, wie oben (§. 10.) bemerkt, wegen der Fuge, nur der des gegossenen Eisens *gleich.*

Hier giebt es kein Minimum der Dicke der Röhrenwände, da nach dem Ausdruck (143.) zu der kleinsten Röhre von 1 Z. im Durchmesser für 100 F. Druckhöhe schon $\frac{100.12.1}{38400} = \frac{1}{32}$ Zoll $= \frac{3}{8}$ Linien dickes Blech, welches etwa $1\frac{1}{2}$ Pfd. der Quadratfufs wiegt, also schon starkes Kreuzblech ist, für 50 F. Druckhöhe halb so schweres Blech nöthig ist. Die nöthige Dicke der Röhrenwände kann also unmittelbar nach der Formel (143.) angesetzt werden.

Für das Pfund gewalztes Eisen ist, ziemlich gleich für jede Dicke, 4 Sgr. zu rechnen (für den Ctr. 14 Thlr. 20 Sgr.) und für den Quadratfuſs Anstrich auf beiden Seiten, oder auch für die Verzinnung, höchstens 1 Sgr. Der Cubikzoll gewalztes Eisen wiegt 10 Loth (der C. F. 540 Pfd.).

Wir *nehmen an,* daſs kleine Röhren, bis zu 4 Zoll im Durchmesser, in der Fuge *gelöthet* werden können, gröſsere Röhren aber in der Fuge *zusammengeniethet* werden müssen.

An Arbeitslohn wird zu rechnen sein: für das Biegen des Blechs über einen Kern 1 Sgr. für den laufenden Fuſs Röhre bis zu 3 Zoll im Durchmesser, 2 Sgr. für Röhren bis zu 6 Zoll im Durchmesser u. s. w.; für das Löthen eines laufenden Fuſses Fuge 1 Sgr. Zum Zusammenniethen stärkerer Bleche sind 12 Niethe auf den laufenden Fuſs nöthig, welche 4 bis 6 Sgr. kosten; an Arbeitslohn für den laufenden Fuſs Fuge noch 4 bis 6 Sgr. Für zu *löthende* Fugen wird $\frac{1}{2}$ Zoll, für zu *niethende* Fugen $1\frac{1}{2}$ Zoll Uebergreifen der Bleche nöthig sein. Hienach ergiebt sich Folgendes.

| Durchmesser der Röhren . . . . . | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | Zoll. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Dicke der Röhrenwand für 100 F. Druckhöhe . | 0,375 | 0,750 | 1,125 | 1,500 | 1,875 | 2,250 | 3,000 | 3,750 | 4,500 | 5,250 | 6,000 | 6,750 | Lin. |
| Gewicht für den laufenden Fuſs | 0,44 | 1,64 | 3,59 | 6,31 | 10,37 | 14,72 | 25,70 | 39,71 | 56,76 | 77,02 | 99,98 | 126,15 | Pfd. |
| Kosten des Eisens | 1,76 | 6,56 | 14,36 | 25,24 | 41,48 | 57,88 | 101,80 | 159,84 | 227,04 | 308,08 | 399,92 | 504,60 | Sgr. |
| Biegen des Blechs | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 3,00 | 4,00 | 4,00 | 5,00 | 6,00 | 6,00 | Sgr. |
| Löthen oder Niethen der Fugen | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 12,00 | 12,00 | Sgr. |
| Anstrich od. Verzinnung . . . . | 0,26 | 0,52 | 0,79 | 1,05 | 1,31 | 1,57 | 2,10 | 2,62 | 3,14 | 3,67 | 4,20 | 4,72 | Sgr. |
| Thut für den lauf. Fuſs Röhre für 100 F. Druckhöhe | 4,02 | 9,08 | 17,15 | 29,29 | 52,79 | 69,45 | 114,90 | 176,46 | 244,18 | 326,75 | 422,12 | 527,32 | Sgr. |
| Dicke der Röhrenwand für 50 F. Druckhöhe . | 0,187 | 0,375 | 0,562 | 0,750 | 0,937 | 1,125 | 1,500 | 1,875 | 2,250 | 2,625 | 3,000 | 3,375 | Lin. |
| Gewicht für den laufenden Fuſs | 6,22 | 0,81 | 1,77 | 3,12 | 5,11 | 7,27 | 12,66 | 19,57 | 27,97 | 37,78 | 49,26 | 62.21 | Pfd. |
| Kosten des Eisens | 0,88 | 3,24 | 7,08 | 12,48 | 20,44 | 29,08 | 50,64 | 78,28 | 111,88 | 151,12 | 197,04 | 248,84 | Sgr. |
| Biegen des Blechs | 1,00 | 1.00 | 1,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 3,00 | 4,00 | 4,00 | 5,00 | 6,00 | 6,00 | Sgr. |
| Löthen oder Niethen der Fugen | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 12,00 | 12,00 | Sgr. |
| Anstrich od. Verzinnung . . . . | 0,26 | 0,52 | 0,79 | 1,05 | 1,31 | 1,57 | 2,10 | 2,62 | 3,14 | 3,67 | 4,20 | 4,72 | Sgr. |
| Thut für den lauf. Fuſs Röhre für 50 F. Druckhöhe | 314, | 5,76 | 9,87 | 16,53 | 31,75 | 40,65 | 63,74 | 94,90 | 129,02 | 169,79 | 219,24 | 271,56 | Sgr. |

145.

Zusammengestellt sind die Resultate folgende:

| Durchmesser der Röhre. | Kosten eines laufenden Fufses Röhre. | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Unter 100 F. Druckhöhe. | | Unter 50 F. Druckhöhe. | |
| | Aus gegossenem Eisen. | Aus gewalztem Eisen. | Aus gegossenem Eisen. | Aus gewalztem Eisen. |
| 1 Zoll | 8 Sgr. 4 Spf. | 4 Sgr. 1 Spf. | 8 Sgr. 4 Spf. | 3 Sgr. 2 Spf. |
| 2 | 14 - 2 - | 9 - 1 - | 14 - 2 - | 5 - 9 - |
| 3 | 20 - 11 - | 17 - 2 - | 20 - 11 - | 9 - 10 - |
| 4 | 23 - 10 - | 29 - 3 - | 23 - 10 - | 16 - 6 - |
| 5 | 1 Thlr. 12 - 9 - | 1 Thlr. 22 - 10 - | 1 Thlr. 6 - — - | 1 Thlr. 1 - 9 - |
| 6 | 1 - 23 - 7 - | 2 - 9 - 5 - | 1 - 16 - 2 - | 1 - 10 - 8 - |
| 8 | 2 - 11 - 4 - | 3 - 24 - 11 - | 1 - 26 - 3 - | 2 - 3 - 9 - |
| 10 | 3 - 7 - 2 - | 5 - 26 - 5 - | 2 - 13 - 11 - | 3 - 4 - 11 - |
| 12 | 4 - 6 - 6 - | 8 - 4 - 2 - | 3 - 3 - 6 - | 4 - 9 - — - |
| 14 | 5 - 9 - 3 - | 10 - 26 - 9 - | 3 - 24 - 9 - | 5 - 19 - 10 - |
| 16 | 6 - 15 - 4 - | 14 - 2 - 1 - | 4 - 17 - 5 - | 7 - 9 - 3 - |
| 18 | 7 - 14 - 10 - | 17 - 17 - 4 - | 5 - 12 - 1 - | 9 - 1 - 7 - |

146.

Es würden also diesen Resultaten zufolge für eine Druckhöhe von 100 F. beinahe 2 und 3zöllige Röhren aus gewalztem Eisen für die Kosten 1 und 2zölliger gegossener Röhren hergestellt werden können. Erst 5zöllige und gröfsere Röhren würden aus gewalztem Eisen *bedeutend* theurer sein, als aus Gufs-Eisen. Für eine Druckhöhe von 50 F. dagegen würden 3 und 4zöllige Röhren aus gewalztem Eisen wenig mehr kosten, als 1 und 2zöllige gegossene Röhren. Bis zu Röhren von 6 Zoll Durchmesser würden die Röhren aus gewalztem Eisen nicht theurer sein, als die aus Gufs-Eisen von gleichem Durchmesser. Erst gröfsere Röhren würden theurer sein.

Es kommt aber auch auf die *gröfseren* Röhren nicht an. Für diese ist das Gufs-Eisen ganz angemessen, und die gröfseren Röhren haben in grofsen, vielverzweigten Wasserleitungen immer nur den geringsten Theil der ganzen Länge. Es kommt nur darauf an, die Durchmesser von 1 und 2 Zoll der *engern Zweigröhren ohne Erhöhung der Kosten* vergröfsern zu können; und dieses würde nach der obigen Berechnung durch gewalztes Eisen statt des Gufs-Eisens möglich sein. Denn, wie wir fanden, würden sich 1 und 2zölligen gegossenen Röhren unter 100 F. Druckhöhe ohne bedeutende Erhöhung der Kosten schon 2 und 3zöllige und unter 50 F. Druckhöhe schon 3 und 4zöllige Röhren substituiren lassen; unter noch geringerer Druckhöhe würde sich der Durchmesser der Zweigröhren noch mehr vergröfsern lassen. Der Gewinn davon für die *Wir-*

*kung* einer Wasserleitung aber würde *sehr* bedeutend sein; aus den oben angeführten Gründen. Es kommt alles nur darauf an, ob die *Löthung* der Fugen des Blechs hinreichende Festigkeit gewähre. Für die *Dauer* der Röhren aus gewalztem Eisen, vergleichungsweise gegen die der gegossenen Röhren, würde, wenn man sie durch Anstrich oder Verzinnung verwahrt, wahrscheinlich wenig zu besorgen sein, und in dem Fall, wenn auch die Zweigröhren nicht unmittelbar in die Erde, sondern in gemauerte Canäle gelegt werden, noch weniger. Es käme also in der That wohl auf Versuche mit Röhren aus *gewalztem* Eisen an, und es ist sehr zu wünschen, dafs auch solche Versuche angestellt werden möchten.

13. Es ist auch gar nicht unmöglich, dafs noch andere Stoffe zu finden sind, aus welchen für die Kosten der Röhren von gegossenem Eisen, Röhren von *gröfserem Durchmesser* sich herstellen lassen Im Jahr 1841 las man in öffentlichen Blättern Folgendes.

„Man wird die Röhrenleitung zur Versorgung der Stadt Rive-de-„Giers (bei Lyon) mit Wasser, aus *geblasenem Glase* machen. Diese An-„wendung des Glases liegt sehr nahe und ist sehr wichtig. Am Gelin-„gen ist nicht zu zweifeln. Champagnerflaschen können einen Druck von „40 Atmosphären aushalten, ohne zu springen. Die gläsernen Röhren lei-„den nicht von der Oxydation, wie die von gegossenem Eisen, welche „dadurch allmälig zerfressen werden und sich im Innern voll Knoten „setzen, die sie theilweise oder ganz verstopfen. Gläserne Röhren von zu-„reichender Stärke können höchstens ein Drittheil so viel als gufseiserne „Röhren kosten. Die gläsernen Röhren werden wahrscheinlich bald all-„gemein angewendet werden. Das Project für die Stadt Rive-de-Giers „rührt von dem Civil-Ingenieur *Bergeron* aus Cambray her."

Wenn nun gleich die Hoffnung auf die baldige allgemeine Anwendung gläserner Röhren zu Wasserleitungen, die Angabe der Kosten und die 40 Atmosphären in den Champagnerflaschen etwas den Character öfters ein wenig leichtfertiger Zeitungsnachrichten haben, so ist doch die Idee, *Glas* zu Wasserleitungsröhren zu nehmen, gewifs recht interessant und kann *möglicherweise* wesentlichen Nutzen zur Folge haben. Die Reinlichkeit und Sauberkeit der gläsernen Röhren, die man ja auch *giefsen* könnte, ihre Eigenschaft, der Nässe und Erdfeuchtigkeit sehr lange zu widerstehen, und vorzüglich auch noch der wahrscheinlich stattfindende Um-

stand, dafs ihre glatten Wände der Bewegung des Wassers viel weniger Widerstand entgegensetzen dürften, als andere Stoffe, würden ihnen unstreitig den Vorzug vor den metallnen, thönernen und hölzernen Röhren geben. Es kommt nur darauf an, ob das Glas gegen den Druck und den Stofs des Wassers haltbar genug ist. Auch hier würden wieder *Versuche* sehr zu wünschen sein. Man hat nicht gehört, was aus dem Unternehmen in Rive-de-Giers geworden ist. Der Herausgeber dieses Journals wird sich Mühe geben, Näheres und *Authentisches* darüber zu erfahren und es dann hier in dem Journale mittheilen.

Es kommt überhaupt nur darauf an, dafs ein Stoff sich in die Form von Röhren bringen lasse, dafs er wasserdicht sei und der Nässe in der Erde, so wie dem Druck der Erde von Aufsen und dem Druck des Wassers von Innen hinreichend widerstehe, dafs er glatte Flächen gebe und dafs er sonst fest genug sei. Jeder Stoff, welcher diese Eigenschaften hat, würde zu Wasserleitungsröhren tauglich sein, und der, welcher, zusammen mit den Formungskosten, im Verhältnifs zu seiner Dauer am wohlfeilsten ist, wäre der beste. Holz und Stein lassen sich unmittelbar durch Bohren und Behauen zu Röhren formen. Aber Holz ist an sich wenig dauerhaft und die Bearbeitung steinerner Röhren ist theuer. Metalle lassen sich schmelzen und geschmolzen in die verlangte Form giefsen, oder schmieden und walzen. Das Eisen, als eins der wolfeilsten und zugleich festesten Metalle, ist seiner Dauer wegen am meisten üblich. Thon läfst sich erweicht formen und es läfst sich ihm dann durch Brennen Dauer gegen die Nässe geben. Aber die gebrannten thönernen Röhren widerstehen wenig dem Druck des Wassers von Innen. Die Glasmasse läfst sich schmelzen und so in die Form von Röhren giefsen, oder blasen. Es kommt, wie oben bemerkt, nur darauf an, ob das Glas gegen den Druck des Wassers Festigkeit genug habe. Aber es giebt auch noch manche andere Stoffe, die mehr oder weniger die den Wasserleitungsröhren nöthigen, hier oben verzeichneten Eigenschaften haben. So könnte man, wenigstens unter wenig beträchtlichen Drucköhen, Wasserleitungsröhren auch aus Mauerwerk von Ziegeln oder Steinen, in hydraulischen Mörtel gesetzt, machen; und zwar mit *quadratischem* Querschnitt im Innern. Ja selbst ganz aus hydraulischem Mörtel könnte man die Röhren stückweise aneinander über einen Kern formen, der, was sich auf vielerlei Art machen lassen würde, so eingerichtet ist, dafs er, nachdem er seinen Dienst geleistet hat, zusammenfal-

lend gemacht werden kann, um herausgenommen werden zu können, so wie man mit der Formung weiterrückt. Selbst hanfener Zeug, wie man sich seiner zu Spritzenschläuchen bedient, würde, in so fern man ihn, um ihn in der Nässe dauerhaft zu machen, mit Theer, Pech oder Asphalt tränkt und durchzieht, zu Wasserleitungsröhren tauglich seiu, nemlich wenn man die Röhren in gröfsere oder kleinere gemauerte Canäle legt, um sie gegen den Druck der Erde von aufsen zu schützen; und diese hanfene Röhren würden sogar einem bedeutenden Wasserdrucke widerstehen. Vielleicht auch noch andere Stoffe würden sich zu Wasserleitungsröhren eignen, und es ist wohl gewifs, dafs auch bei diesem Gegenstande noch Vieles zu erproben und zu thun übrig ist.

14. Wir gedenken hier noch einer Anordnung, die vielleicht für grofse, viel verzweigte Wasserleitungen von wesentlichem Nutzen sein könnte.

Einestheils nemlich weifs man (*D'Aubuisson* setzt es hier oben in §. 190. recht deutlich auseinander), dafs scharfe *Biegungen* der Wasserleitungsröhren die Bewegung des Wassers in ihnen sehr bedeutend hemmen. Anderntheils ist der *Stofs* des Wassers, wenn seine Bewegung in den Röhren etwa durch Verschliefsung eines Hahns *plötzlich* gehemmt wird, wie schon bemerkt, für die Röhren sehr gefährlich und kann auf die Zersprengung derselben stärker wirken, als die gröfste Druckhöhe, die je vorkommen mag. Dieses *Stofses* wegen *insbesondere* ist es nöthig, dafs man die Röhren *vielfach* stärker mache, als nothwendig sein würde, wenn sie blofs dem *Drucke* des Wassers zu widerstehen hätten: wie oben gerechnet, wohl 28 mal so stark.

Nun läfst sich freilich die nachtheilige Wirkung der *Biegungen* vermindern und sogar bis auf eine blofse Kleinigkeit reduciren, dadurch, dafs man den Krümmen bei der Aenderung der Richtung der Röhren beträchtliche Halbmesser giebt, von 12 und mehreren Fufsen; und die Befürchtung der Wirkung des *Stofses* läfst sich, was die Verschliefsung der Höhen betrifft, durch *Vorsicht* entfernen. Es haben indessen einerseits die grofsen Halbmesser für die Krümmen auch ihre eigenthümlichen Schwierigkeiten, da, wo die Röhren nicht unmittelbar in der Erde, sondern in gemauerten und überwölbten Canälen liegen sollen; was wenigstens mit den Haupt- oder Stammröhren *immer* der Fall sein wird. Denn die Cänäle

müssen dann in der Gegend der Biegungen entweder sehr erweitert werden, oder sie selbst müssen den Krümmen der Röhren folgen; was mindestens nicht unbedeutende Kosten verursacht. Die Befürchtung der Wirkung des Stofses anderseits wird durch Vorsicht *nicht ganz* gehoben; denn es darf *nur einmal* diese Vorsicht versäumt werden, so kann der Stofs des Wassers die Röhren, wenn sie nicht stark genug sind, zersprengen; auch kann die Bewegung des Wassers in den Röhren noch auf andere Weise, als durch Verschliefsung eines Hahns, plötzlich gehemmt werden, nemlich durch Zufall, wenn z. B. ein harter Körper, der vom Wasser in der Hauptröhre fortgeschwemmt worden ist, an die Mündung einer engern Zweigröhre gelegt, für diese zu grofs ist, und sie nun plötzlich verstopft.

Es dürfte also eine Anordnung wohl nützlich sein, die die Krümmen von gröfsern Halbmessern erspart und zugleich die Gefahr des *Stofses* des Wassers entfernt, oder doch wesentlich vermindert.

Eine solche Anordnung dürfte darin bestehen, dafs man, auf die Weise, wie es bei der Wasserleitung zu Toulouse, an den Stellen, wo die Hauptröhren sich in mehrere Theile theilen, geschehen ist, überall, wo eine Röhre ihre Richtung ändern soll, sie geradeaus in einen kleinen Behälter von 1 bis 2 F. im Durchmesser und 2 bis 3 F. hoch einmünden und aus dem Behälter dann die fortgesetzte Röhre in der *veränderten* Richtung wieder ausmünden läfst, nur mit dem Unterschiede, dafs man den Behälter keinesweges *ganz* mit Wasser sich füllen läfst, sondern nur *zum Theil*, und so, dafs oben *Luft* bleibt und nun der Behälter den Dienst eines *Luftkessels* thut. Die *elastische* Luft würde dann bei einer *plötzlichen* Hemmung der Bewegung sich zusammendrücken, folglich wie eine *Feder* wirken, und also den Stofs schwächen und unwirksam machen. Zugleich aber würden die Behälter die Stelle der Abrundung der Krümmen vertreten; denn durch sie würde kein wesentlicher Verlust an Geschwindigkeit entstehen. Das Wasser drückt nemlich, indem es in den Behälter einströmt, die Luft in demselben zusammen, und mit *gleicher* Kraft giebt die Luft dem weiterströmenden Wasser wieder seine Geschwindigkeit. Die Hähne zum Verschliefsen der Röhren müfsten immer unmittelbar *unterhalb* der Behälter sich befinden, oder die Behälter unmittelbar oberhalb der Hähne. Auch würden solche Behälter, wenn auch nur von geringer Gröfse, an den Gipfelpuncten der Röhren nützlich sein, wo die

Röhren zur Abführung der Luft aus der Wasserleitung nöthig sind; die Luftröhren müfsten aus dem Boden der Behälter entspringen.

Es wäre noch manches Andere über Wasserleitungen zu bemerken; doch möge es der Abhandlung vorbehalten bleiben, welche die Fortsetzung der im Eingange erwähnten Schrift des Herausgebers „Ueber die Mittel und die nöthigen Bauwerke zur Reinigung der Städte und zur Versorgung derselben mit Wasser" sein wird.

Berlin, im October 1842.

# 14.

# Auszug aus den Nachrichten des Herrn F. A. Ritters v. Gerstner über Eisenbahnen, Dampfschiffahrt und andere öffentliche Unternehmungen in Nord-Amerika.

(Fortsetzung des Aufsatzes No. 13. im dritten, No. 17. im vierten Hefte funfzehnten und No. 4. im ersten Hefte dieses Bandes.)

## Siebenter Bericht. Aus Louisville in Kentucky. Vom 5. Juli 1839.

### Bankwesen in den vereinigten Staaten.

Die Amerikaner sind der Meinung, dafs sie die schnelle Cultur ihres Landes und die rasche Vermehrung ihres Wohlstandes insbesondere dem Bank- und Creditsystem verdanken. Der Herr Verfasser fragte in Phiadelphia einen Wagenbauer, der als sehr geschickt bekannt, aber noch ohne Vermögen war, weil er bis jetzt Alles auf Versuche zur Verbesserung der Eisenbahnwagen verwendet hatte, ob er gröfsere Bestellungen übernehme, und erhielt zur Antwort, dafs er Bestellungen bis zu 30 000 Thlr. und mehr übernehme und nur erst bei der Ablieferung die Bezahlung in Wechseln nach 6 Monaten zahlbar verlange. Auf die Frage, wie dies ohne baare Vorschüsse möglich sei, erwiederte der Mann, dafs er blofs auf den Contract vom Holzhändler den Holzbedarf mit Credit auf 8 Monate erhalte; eben so von den andern Händlern Holz, Eisen, Messing u. s. w. Das baare Geld, um wöchentlich die Arbeiter zu bezahlen, erhalte er von irgend einer Bank, indem er einen, von zwei Freunden mitverbürgten Wechsel verkaufe. Nach Empfang der Wechsel auf 6 Monate, als der contractmäfsigen Bezahlung bei der Ablieferung, bezahle er mit diesen Wechseln den Holzhändler und die anderen Lieferanten. Diese hätten ebenfalls ihre Vorräthe bei weitem nicht bezahlt, sondern der Holzhändler z. B. erhalte sein Holz von den Waldbesitzern im Innern des Landes, denen wieder die Banken darauf Vorschüsse machten, wenn man zu fällen anfange. So gingen hier alle Geschäfte auf Credit. Wer geschickt, thätig und ehrlich sei, finde

Credit und Geld. Schlüge eine Speculation fehl und mache der Unternehmer Bankerut, so gleiche er sich mit seinen Gläubigern aus, gebe ihnen was er habe und beginne von Neuem. Manche Leute, die vier oder fünf mal Bankerut machten, fänden immer wieder Credit, weil man sie als thätig und rechtschaffen kannte; einige endeten reich, andere auch arm. Die Banken und die andern Creditoren verschmerzten die einzelnen Verluste, weil die Masse ihrer Geschäfte so grofs sei, dafs sie im Ganzen doch noch gewännen. In der alten Welt, fügte der Wagenbauer hinzu, sollen die Geschäfte, wie man sagt, auf festern Fufs getrieben werden. Daher finde denn aber auch ein junger und thätiger Mann dort weniger Unterstützung; es würde also weniger unternommen und die Wohlfahrt des Landes weniger schnell befördert. Doch solle man sich auch bei den geringern und festern Unternehmungen manchmal verrechnen. Diese Schilderung des Wagenbauers von dem Betriebe der Geschäfte in Amerika fand der Herr Verfasser dort vielfältig bestätigt.

Bei dem Bankwesen sind in Amerika, eben wie bei den dort seit 10 Jahren erbauten 640 Meilen Eisenbahnen, unzählige Versuche und Abänderungen, die die Erfahrung an die Hand gab, gemacht worden. Es sind seit 25 Jahren in den 26 Staaten über 700 Banken errichtet worden. Man findet daher hier, eben wie für die Eisenbahnen, auch für das Bankwesen die beste Schule. Es ist aber ein langes und sorgfältiges Studium nöthig, um diesen Gegenstand gründlich kennen zu lernen und herauszufinden, was etwa für die Europäischen Verhältnisse passend sein möchte. Folgendes ist eine Uebersicht der Geschichte und Ausdehnung der Amerikanischen Banken.

*Die Nationalbank oder Bank der vereinigten Staaten* wurde 1791 mit einem Capital von $14\frac{2}{3}$ Millionen Thaler (10 Millionen Dollars) gegründet und vom Congresse auf 20 Jahre privilegirt. Sie entstand, nachdem Nord-Amerika von England sich getrennt hatte, nachdem die früheren Banken für mehrere Unternehmungen nicht mehr zureichten, nachdem jeder einzelne Staat Banken errichtet hatte und nachdem man eingesehen hatte, dafs zu einer gleichförmigen Circulation ein Vereinigungspunct nöthig sei. Die Föderal-Regierung war dabei mit Einem Fünftheil des Capitals interessirt. Da die einzelnen Staaten Banken mit nur viel geringeren Capitalen, von einigen Hunderttausend Thalern, hatten, so machte die Nationalbank bald alle gröfseren Geschäfte und gelangte zu einer Controlle der übrigen

Banken. So wie eine von diesen zu viele Noten ausgab, nahm die Nationalbank sie nicht an. Dadurch erhoben sich viele Gegner dieser Gewalt, und das Privilegium wurde 1811, nach Ablauf der 20 Jahre, nicht weiter verlängert.

Der Krieg mit England 1812 verminderte den Credit und die Unternehmungen, und die meisten einzlnen Banken mufsten ihre Zahlungen einstellen. Beim Frieden 1815 wurden die Noten der vorhandenen 200 Banken nur noch mit 20 bis 50 p. C. Verlust angenommen. Viele Privatleute stellten kleine Obligationen oder Scheine aus, die in der Nachbarschaft circulirten. Das Land war mit Papieren überschwemmt und das Metallgeld war beinahe verschwunden.

Nach langer Berathung privilegirte der Congrefs 1816, wieder auf 20 Jahre, eine Nationalbank mit 49$\frac{7}{9}$ Millionen Thaler (35 Millionen Dollars) Capital in 350 000 Actien zu 142$\frac{2}{9}$ Thlr. (100 Dollar.), wovon die Föderal-Regierung den fünften Theil als Actionnair behielt. Die Bank bekam 25 unbesoldete Directoren, welche unter sich einen besoldeten Präsidenten wählten und von welchen die Regierung 5 ernannte. Die Hauptbank war zu Philadelphia und in den bedeutendsten Städten der Union waren 25 Zweigbanken. Die Hauptbank stand mit den ersten Häusern in England und Frankreich in Verbindung und wurde, besonders unter dem Präsidio des Herrn *M. Biddle,* mit allgemein anerkannter Umsicht geleitet.

Die Föderal-Regierung liefs durch die Bank die Zölle und die Beträge für verkaufte Ländereien empfangen und aufbewahren und ihre Zahlungen von Pensionen und von Zinsen und Capital der Nationalschuld in allen Theilen des Landes machen; und als die Schuld abgetragen war, hatte die Bank 30 bis 40 Millionen Thaler in Verwahrung. Die Bank zahlte an die Regierung für die in ihren Händen befindlichen Gelder keine Zinsen, machte dagegen aber auch alle Zahlungen ohne Provision. Der Staat verlor so zwar die Zinsen, ersparte aber ein grofses Cassenpersonal und die Transportkosten, die noch vor 20 Jahren wegen des Mangels an Strafsen sehr grofs waren, und hatte auch nie den geringsten Geldverlust.

Das Vertrauen des Publicums zu der Bank war sehr grofs. Wer Geld hatte, legte es in die Hauptbank, oder in eine der Zweigbanken; es wurde ihm eine Rechnung eröffnet und die Bank bezahlte seine Anweisungen unverzüglich. Man fand dies so bequem, dafs das ganze vermögende Publicum dieser Bank, oder auch andern, seine Wechsel zum Ein-

cassiren gab und wieder seine Zahlungen durch die Banken machen liefs. Die Bank verlangte keine Spesen, zahlte aber auch keine Zinsen. So vermied man das Eincassiren und das Zahlen, und zugleich die Gefahr der Veruntreuung. Noch jetzt findet man in den Comptoiren und Haushaltungen wenig Geld, da alles durch die Hände der Banken geht.

Dem Statut gemäfs durfte die Nationalbank der Föderal-Regierung höchstens 711 111 Thlr. ($\frac{1}{2}$ Mill. Doll.) und der Regierung eines einzelnen Staats höchstens 71 111 Thlr. (50 000 Doll.) leihen. Die Noten der Bank wurden überall für baares Geld angenommen und bei der Präsentation sogleich mit Metallgeld bezahlt. Die kleinsten Noten waren zu $7\frac{1}{2}$ Thlr. (5 Doll.). Die Nationalbank escomptirte kaufmännische Wechsel mit zwei Unterschriften auf nicht über 4 Monate, machte Vorschüsse auf Staats- und andere öffentliche Papiere und handelte mit Gold und Silber. Dem Statut zufolge durfte sie keine öffentlichen Fonds kaufen und verkaufen und blofs ihr verpfändete und beim Ausbleiben der Zahlung ihr zufallende Realitäten besitzen. Der Disconto war auf 6 p. C. bestimmt, und da die Bank immer einen grofsen Vorrath an baarem Gelde hatte, so betrugen die Dividenden der Actien gewöhnlich nur 7 p. C.

Die Nationalbank begann ihre Geschäfte am 1sten Januar 1817, und schon am 20sten Februar 1817 fingen die andern Banken an, Noten gegen baares Geld zu verwechseln. Die, welche das nicht konnten, verloren den Credit und mufsten eingehen. 1819 war die Ordnung wieder hergestellt und die Nationalbank hatte die Controlle aller andern in Händen. Abermals erhoben sich die Gegner, und als der Präsident *Jackson* in der Bank eine antidemocratische Gewalt im Staate zu sehen anfing, entzog er ihr 1834 die Gelder der Föderal-Regierung und sprach sein Veto gegen die vom Congresse votirte Erneuerung des Privilegiums aus. Die Bank beschränkte nunmehr ihre Geschäfte und man sah einer neuen Handelscrisis entgegen. Diese erfolgte auch nach Ablauf des Privilegiums der Nationalbank, 1836, und das Land hat sich davon noch nicht wieder erholt.

Die Actionnaire der Nationalbank suchten nun und erhielten am 18ten Februar 1836 vom Staate Pensylvanien ein 30jähriges Bank-Privilegium, unter der Bedingung, dafs sie diesem Staate $3\frac{5}{0}$ Millionen Thaler sofort und 20 Jahre lang jährlich 142 222 Thlr. bezahlen und zu Canälen, Strafsen und Eisenbahnen 960 000 Thlr. subscribiren, auch sich verpflichten sollten, dem Staate 8 533 333 Thlr. auf 4procentige Obligationen al pari, oder 5pro-

centige zu 110 zu leihen. Trotz dieser beschwerlichen Bedingungen macht die Bank mit ihren Capitalen von etwa 50 Millionen Thaler sehr gute Geschäfte, und ihre Noten, obgleich nur in Pensylvanien gesetzlich im Course, werden auch in den andern Staaten angenommen, und gewöhnlich noch mit Agio.

*Zu Banken in den einzelnen Staaten* werden Privilegien sehr liberal, gewöhnlich auf 20 bis 25 Jahre, ertheilt; theils unentgeldlich, theils gegen eine gewisse Entschädigung, oder gegen Antheile am Gewinn. Die Emission der Noten und ihr Verhältnifs zum baaren Gelde wird ihnen gewöhnlich überlassen. Die meisten dieser Banken haben eine Menge, einige jedoch nur eine kleine Zahl von Actionnairen. Gewöhnlich behält sich die Regierung vor, die Lage der Banken durch Commissarien prüfen zu lassen, und die Banken müssen jährlich gedruckte Berichte erstatten. Der Präsident, der Cassirer und die Unterbeamten sind besoldet, die Directoren unbesoldet. In der jährlichen General-Versammlung der Actionnaire wird denselben der Bericht vorgelesen; die von den Directoren bestimmten Dividenden werden angezeigt und die Actionnaire wählen von neuem Directoren; wodurch sie denn alle die, mit welchen sie unzufrieden sind, entfernen können. Den sichersten dieser Banken übertragen die Regierungen, wie früher der Nationalbank, das Empfangen und Auszahlen ihrer Gelder.

So verschieden die Banksysteme sind: so verschieden müssen auch nothwendig die Erfolge sein. Um nur grofse Dividenden zu erlangen, werden auch wohl zu gewagte Geschäfte gemacht. Einige Banken haben nur für den doppelten Betrag ihres Geldvorraths Noten ausgegeben; und diese bezahlen alle ihnen präsentirten Noten ohne Anstand baar; andere wohl für den 20fachen Betrag. Zu neuen Unternehmungen wurden immer neue Noten ausgegeben, und kam es zum Zahlen, so machte man neue Schulden. So war es 1836, als die Nationalbank aufhörte. Wie in einer neuen Colonie war da Jeder sich selbst überlassen und die Folge davon war Unordnung und Anarchie. Schon am 10ten Mai 1837 stellten alle Banken in New-York ihre Baarzahlungen ein; bald auch die andern, und erst Ende 1838 begannen die Zahlungen nach und nach wieder. Der Streit wegen einer neuen Nationalbank dauert noch fort. Die Democraten stellen den Land- und Gewerbsleuten die Verluste bei den öffentlichen Bank-Fallimenten vor. Die Gegenparthei, hier Wighs genannt, stellt ihnen vor,

dafs der Ackermann in den Vorschüssen der Banken die Mittel zur Cultur und Verbesserungen seiner Ländereien finde, der Gewerbsmann seinen Credit, und der Arbeiter durch den Credit seinen hohen Tagelohn, so dafs viele und ausgedehnte Banken für die Union unentbehrlich seien. Welche Ansicht siegen werde, wird von der Wahl des neuen Präsidenten abhängen.

*Von der Zahl und dem Betriebe der Banken* ist Folgendes eine aus den Berichten des Staatssecretairs der Finanzen vom 8ten Januar und 7ten Juni 1838 genommene Uebersicht.

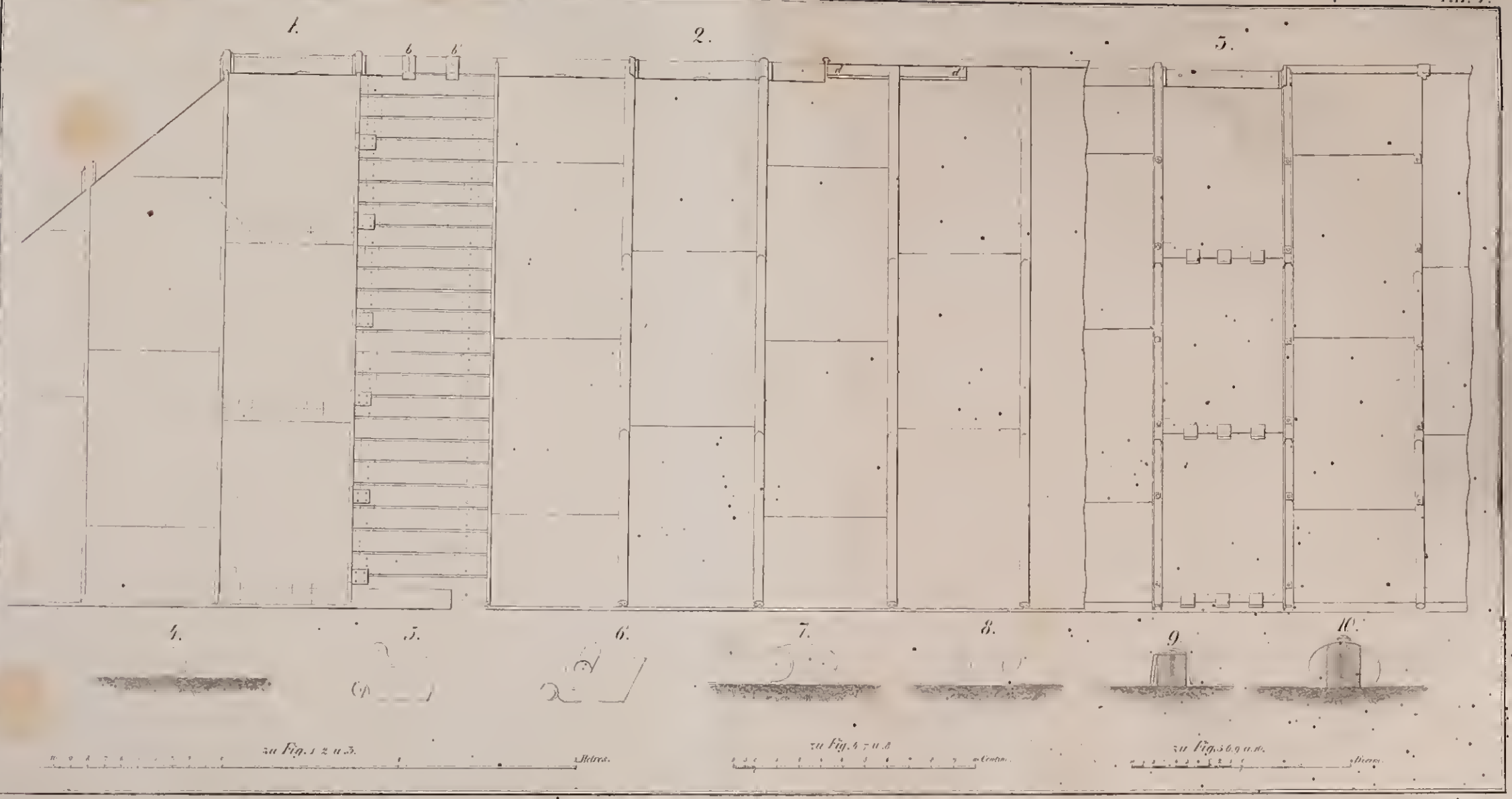
| Datum. | Zahl der Banken, ohne die Filiale. | Bank-Capital. | Depositen-Gelder. | Banknoten im Umlaufe. | Anleihen, nebst Discontos am 1. Januar jedes Jahres. | Vorrath an baarem Gelde. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. Juni 1811 | 89 | 74 811 164 Thl. | . . . . . | 39 964 444 Thl. | . . . . . | 21 902 222 Thl. |
| - - - 1815 | 208 | 116 991 422 - | . . . . . | 64 711 111 - | . . . . . | 24 177 777 - |
| - - - 1816 | 246 | 127 747 443 - | . . . . . | 96 711 111 - | . . . . . | 27 022 222 - |
| - - - 1820 | 308 | 195 001 754 - | 51 129 557 Thl. | 63 805 644 - | . . . . . | 28 188 444 - |
| - - - 1830 | 330 | 206 495 669 - | 79 018 564 - | 87 216 209 - | 285 086 170 Thl. | 31 452 325 - |
| - - - 1834 | 506 | 284 452 898 - | 107 615 268 - | 134 882 942 - | 460 969 954 - | . . . . . |
| - - - 1835 | 558 | 328 889 367 - | 118 160 162 - | 147 473 642 - | 519 344 119 - | 62 489 066 - |
| - - - 1836 | 567 | 358 222 637 - | 163 704 092 - | 199 539 253 - | 650 675 314 - | 56 916 755 - |
| - - - 1837 | 734 | 413 542 528 - | 181 187 106 - | 212 175 487 - | 746 831 220 - | 53 924 039 - |
| - - - 1838 | 675 | 451 750 082 - | 120 449 682 - | 165 175 337 - | 690 676 432 - | 50 039 626 - |

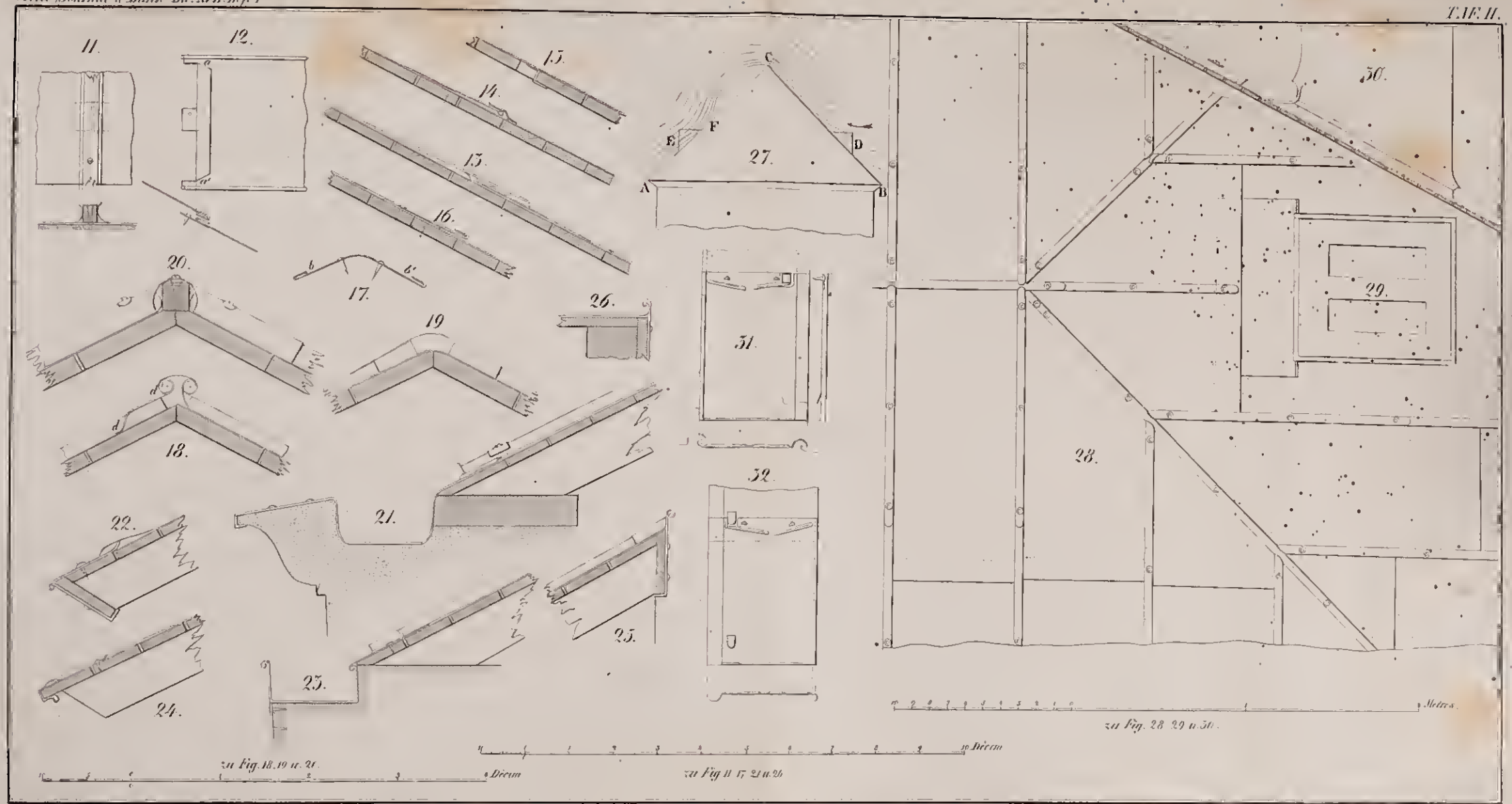
Seit dem 1sten Januar 1838 hat die Zahl der Banken abermals zugenommen, und das Capital derselben dürfte jetzt an 501 Mill. Thaler betragen.

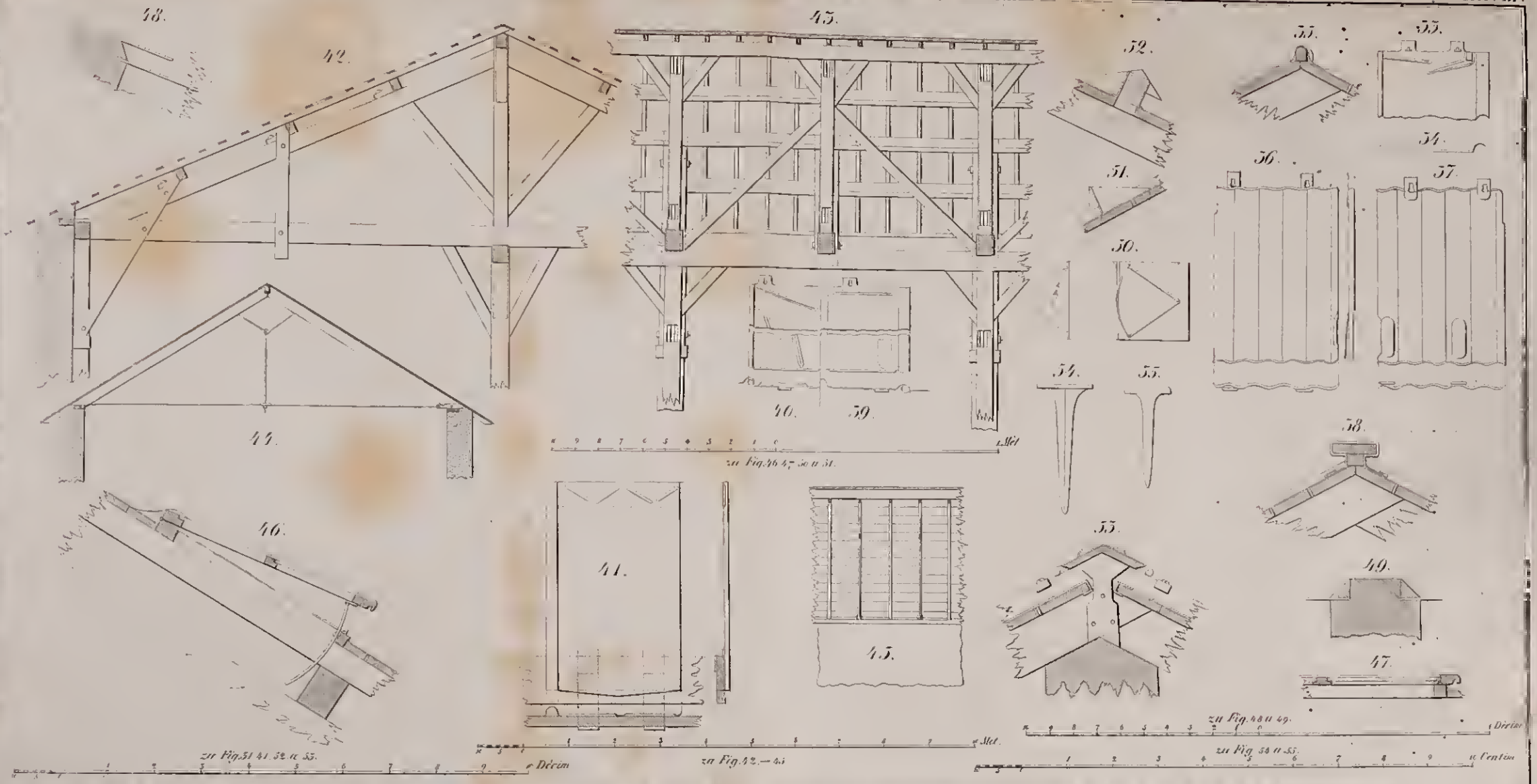
Der Herr Verfasser bemerkt, wie gering verhältnifsmäfsig gegen diese ausgedehnten Bankgeschäfte die in Europa sind. Oesterreich habe z. B. für 34 Mill. Einwohner *nur eine* Bank und es könne dort sehr nützlich werden, wenn, neben der einen grofsen Nationalbank, wenigstens eine eigne Bank in jedem Lande dieses grofsen Staates errichtet und dabei die vielen Erfahrungen, welche man im Bankwesen in Europa und America gemacht habe, berücksichtigt würden.

(Die Fortsetzung folgt.)

TAF. I.


1.
2.
3.
b
b'
d
d'
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
zu Fig. 1 u. 2 u. 3.
Metres.
zu Fig. 4 u. 7 u. 8
Centim.
zu Fig. 5 6, 9 u. 10.
Metres.

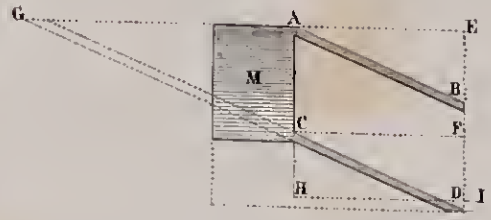

11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19
20.
21.
22.
23.
24.
25.
26.
27.
28.
29.
30.
31.
32.
A
B
C
D
E
F
zu Fig. 18. 19 u. 20.
zu Fig. 11. 17. 21 u. 26.
zu Fig. 28. 29 u. 30.
Décim
Metres


48.
42.
43.
52.
55.
53.
54.
51.
56.
57.
50.
44.
40.
39.
54.
55.
58.
46.
41.
45.
53.
49.
47.
zu Fig. 46 47 50 u 51.
zu Fig. 48 u 49.
zu Fig. 31 41 52 u 53.
zu Fig. 42.—45
zu Fig. 54 u 55.
Mèt.
Décim.
Centim.

Herwig lith.

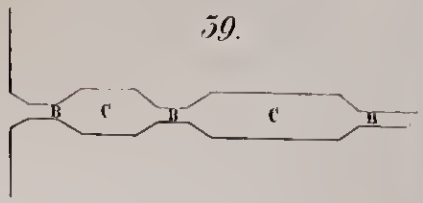
Gewässer u. Höhen-Carte
von
Ostpreussen und Litthauen
und
einem Theile der angrenzenden Länder;
gezeichnet im Jahr 1841
von J. C. Wutzke
Kön. Pr. Geheimen Regierungs- und Bau-Rath
Erklärung der Zeichen.
Seeschiffe
5 mastige
2 mastige
1 mastige
welche die Preussischen Häfen besuchen.
Stromfahrzeuge
Bordinge, Reise- und Oderkähne.
Brunder, Angel-Kenter und Haffkähne.
Wittinnen, Strusen und Duhnsen.
Holzflösse, und oft mit Waaren beladen.
Flößholz, und auch in Gellen verbunden.
Stadt und Flecken. Dorf. Mühle.
Burgen oder Schlösser, von den Deutschen Rittern vom Jahre 1231 bis 1410 in Preussen erbaut; jetzt grösstentheils in Ruinen.
Kunst-Strassen, seit dem Jahre 1816 angelegt.
Schlachtfeld. Wald und Anpflanzungen auf den beiden Nehrungen a. d. Ufer der Ostsee; die Pflanzungen in dem Jahre 1811 angelegt.
Erklärung der Zeichen.
Erdrücken, zum Theil aus einer Kette von Hügeln bestehend, liegt über dem Wasserspiegel der Ostsee.
Hügelicher Boden.
Wellenförmiger Boden.
Flacher Boden.
Thal, zum Theil den Überschwemmungen beim Hochwasser ausgesetzt.
Gefälle bis auf den Wasserspiegel der Ostsee.
Höhe der Ufer bis auf den Wasserspiegel der Gewässer.
15 preussische Meilen jede zu 2000 Ruthen
Nord
DIE OSTSEE
Das Curische Haff
Das Frische Haff
Frische Nehrung
Curische Nehrung
RUSSLAND
KÖNIGREICH POLEN
KÖNIGSBERG
Tilsit
Ragnit
Labiau
Tapiau
Insterburg
Gumbinnen
Neustadt
Pillkallen
Stallupönen
Wystitten
Darkehmen
Goldap
Angerburg
Nordenburg
Allenburg
Friedland
Wehlau
Brandenburg
Pillau
Fischhausen
Heiligenbeil
Braunsberg
Frauenburg
Pr. Eylau
Landsberg
Bartenstein
Schippenbeil
Drengfurth
Bischofstein
Rastenburg
Rhein
Bischofsburg
Nicolaiken
Lyck
Johannisburg
Ortelsburg
Neidenburg
Soldau
Mlawa
Radzanowo
Biecun
Sochoczyn
Pultusk
Sierok
Modlin
Nowidwor
Czerwinsk
Plock
Wroclawik
Bobrownik
Thorn
Bromberg
Graudenz
Marienburg
Dirschau
Danzig
Weichselmünde
Elbing
Mühlhausen
Pr. Holland
Mehlsack
Heilsberg
Wormditt
Liebstadt
Guttstadt
Wartenburg
Allenstein
Osterode
Hohenstein
Eylau
Loebau
Neumark
Strasburg
Gollub
Lipno
Nikol
Skrupe
Sierps
Bielsk
Dobrzyn
Wiszogrod
Warschau
Praga
Brock
Ostrolenka
Rozan
Nowogrod
Lomza
Wizna
Goniondz
Bialystock
Narew
Grodno
Merecz
Kauen
Wilki
Skrednik
Georgenburg
Johannisburg
Tauroggen
Polangen
Krottingen
Memel
Garsden
Windenburg
Niederung
Tilsit
Ragnit
Schirwindt
Pilwischken
Marienpol
Batwierzisky
Pung
Simno
Serrey
Krasnopol
Wigry
Bakalarzewo
Lyck
Raggrod
Dombrowa
Sachowolla
Kusnica
Kolno
Radzilow
Stawiszken
Roberbruch
Kugschin
Wasilkow
Tykoczyn
Zambrow
Surasz
Andrzejewo
Ostrow
Bransk
Boczki
Kleszel
Miliczyce
Namirow
Drohiczyn
Mielnik
Brunzuza
Kosow
Nur
Bug Fl.
Narew Fl.
Weichsel Strom
Weichsel Strom
Bromberger Canal
Wasserstrasse durch den Oginski-schen Canal nach dem Schwarzen Meer.
Wasserstrasse durch den Bromberger Canal nach Nordsee
Berlin bei G. Reimer 1842.

36.

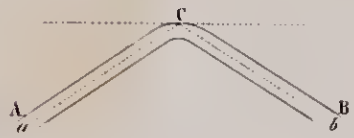



38.

39.

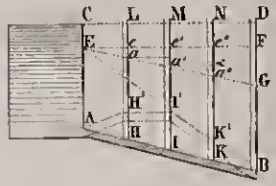



37.

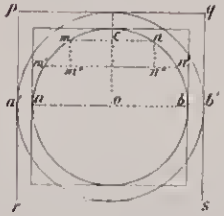



40.

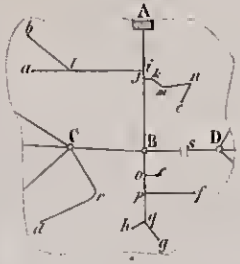
41.



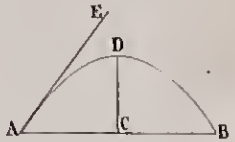

42.




43.




44.



GETTY CENTER LIBRARY
3 3125 00611 3555